

CONSIDÉRATIONS A PROPOS DE L'ANGLE THYRIDIEN

THÈSE

présentée

à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Lyon

et soutenue publiquement le 27 Juin 1966

pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

par

M^{me} Brigitte ROUSSELLE-LÉZIER

Ancienne Externe des Hôpitaux de Lyon

née le 6 Avril 1937 à Boulogne-sur-Mer (P.-de-C.)



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553410_0018

CONSIDÉRATIONS A PROPOS DE L'ANGLE THYRIDIEN

THÈSE

présentée

à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Lyon

et soutenue publiquement le 27 Juin 1966

pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

par

M^{me} Brigitte ROUSSELLE-LÉZIER

Ancienne Externe des Hôpitaux de Lyon

née le 6 Avril 1937 à Boulogne-sur-Mer (P.-de-C.)

CONSIDERATIONS

A PROPOS

DE L'ANGLE THYRIDIEN

FACULTE MIXTE DE MEDECINE
ET DE PHARMACIE DE LYON

P E R S O N N E L D E L A F A C U L T E

Doyens Honoraires :

M.J. LEPINE - Membre de l'Institut

M.H. HERMANN - Correspondant de l'Institut

Doyen : M. J.F. CIER

Assesseurs : M.M. LEVRAT
M.L. REVOL

Professeurs Honoraires

MM. PATEL - LEPINE - TRILLAT - MOURIQUAND - GARIN - GATE - MARTIN -
GABRIELLE - SANTY - DUCLOS - GUILLEMINET - HERMANN - ROCHET -
POLLOSSON - ENSELME - WERTHEIMER - SARROUY.

PROFESSEURS

MM. CIBERT	Clinique Urologique
PONTHUS (détache à Beyrouth)	Physique biologique
DECHAUME	Clinique Neuro-psychiatrique et d'Hygiène mentale
CHAMBON	Chimie organique et toxicologie
PAUPERT-RAVAULT	Clinique médicale B
FORMENT	Clinique et prophylaxie cardio-vasculaires
CROIZAT	Clinique médicale C
MALLET-GUY	Clinique chirurgicale A
REVOL	Pharmacie galénique
PIGEAUD	Clinique obstétricale
BOURRET	Médecine du Travail
LEVRAT	Clinique médicale A
SOHIER	Hygiène et action sanitaire et sociale
NETIEN	Botanique et cryptogamie
BERTRAND	Clinique chirurgicale C
BADINAND	Chimie analytique pharmaceutique
DREVON	Pharmacie chimique et pharmacologie
ROCHE	Médecine légale et déontologie
COUDERT	Parasitologie et pathologie exotique
MOUNIER-KUHN	Clinique d'Oto-rhino-laryngologie et d'audio- phonologie.
PAUFIQUE	Clinique ophtalmologique
THIERS	Clinique de dermatologie, syphiligraphie et allergologie.
BRUN	Clinique de pneumo-ptisiologie
CREYSSEL	Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique

DARGENT	Clinique carcinologique
GUICHARD	Anatomie pathologique
GIRARD Paul	Pathologie générale et expérimentale
LATARJET	Anatomie
PEYCELON	Clinique chirurgicale B
GIRARD Marcel	Clinique médicale D
VACHON	Pathologie médicale
GALY	Physio-pathologie des voies respiratoires
PAPILLON	Radiologie
JEUNE	Clinique médicale infantile et hygiène du 1er âge
GONIN	Thérapeutique
MONNET	Clinique médicale infantile B
BANSILLON	Physiologie et pathologie obstétricales
CHATONNET	Physiologie B
GUINET	Clinique endocrinologique
TRILLAT	Clinique de chirurgie orthopédique
FREIDEL	Clinique stomatologique
MARION Joseph	Clinique de chirurgie et d'orthopédie infantiles
DORCHE	Matière médicale et législation pharmaceutique
DUMONT Louis	Histologie et embryologie
PERROT	Chimie
CIER J.F.	Physiologie A
PERRIN J.	Thérapeutique chirurgicale et chirurgie opératoire
MICHAUD Pierre	Clinique de chirurgie cardiaque
MATHIEU	Clinique gynécologique
FAUCON	Biologie médicale et pharmacodynamie
BERTOYE	Clinique des maladies infectieuses
VIGNON	Hydrologie thérapeutique, climatologie et écologie sociale
CIER André	Pharmacodynamie
VINCENT D.	Biochimie appliquée
X	Chimie biologique et médicale
X	Bactériologie
X	Pathologie chirurgicale.

PROFESSEURS A TITRE PERSONNEL

MM. BERGER	Physique nucléaire appliquée à la médecine
MANSUY	Neuro-chirurgie
COLLET	Chimie générale et pharmaceutique
LACROIX	Hygiène et climatologie
LIARAS	Clinique chirurgicale propédeutique
LECUIRE	Neuro-chirurgie
REVOL	Hématologie
GOINARD	Clinique thérapeutique chirurgicale et chirurgie expérimentale
PONT Maurice	Médecine générale
TRAEGER	Pathologie métabolique et rénale.

PROFESSEURS SANS CHAIRE

MM. ROMAN	Parasitologie
FEROLDI	Anatomie pathologique
MORET	Physique biologique
ODDOUX	Botanique et cryptogamie
de SOLLIERS	Chimie analytique
DESPIERRES	Médecine générale
GARIN	Parasitologie
TOLOT	Médecine du Travail
THIVOLET	Hygiène.

MAITRES DE CONFERENCES AGREGES TITULAIRES

CREYSSEL Roger	Chimie biologique
PINET	Electro-radiologie
GUYOTAT	Neuro-psychiatrie
DESCOTES	Chirurgie générale
JOUVET	Pathologie expérimentale
PEYRIN	Physique biologique
TOMMASI	Anatomie pathologique
BUFFARD	Electro-radiologie
LEJEUNE	Médecine générale et thérapeutique
de MOURGUES F.	Stomatologie
NAUSSAC	Maladies infectieuses
REBOUILLAT	Chirurgie générale
ROMAGNY	Pédiatrie
DELAHAYE	Médecine générale
DELEUZE	Anesthésiologie
GIRAUD	Electro-radiologie diagnostic et thérapeutique
MICHEL	Anesthésiologie
FRANCOIS	Pédiatrie et Puériculture
MICHOULIER	Chirurgie générale
COLOMB	Dermatologie
LAMBERT	Médecine générale
FRIES	Médecine générale
GILLY	Pédiatrie
ROBERT	Médecine générale
BOUCHET	Anatomie
BETHENOD	Pédiatrie
GERMAIN	Immunologie, sérologie, hématologie
KALB	Pneumo-phtisiologie
LARBRE	Pédiatrie
SOUSTELLE	Chirurgie générale
VIALA	Médecine générale

MM. VINCENT	Bactériologie, parasitologie, virologie
GIROD	Histologie et embryologie
GRAS	
MALLEIN	Chimie analytique
COLIN	Médecine légale
BERTRAND	Chimie biologique
MARET	Chirurgie générale
VIALIER-RAYNARD	Bactériologie
CHOLLAT	Electro-radiologie
FLEURETTE	Bactériologie

MAITRE DE CONFERENCES AGREGES STAGIAIRES

MM. FAVRE-GILLY	Hématologie
RIFFAT	Hygiène
FLANDROIS	Physiologie
ROLLET	Pharmacie galénique
BIZOLON	Physique

AGREGES EN EXERCICE

MM. MARION Pierre	Chirurgie générale
BONAMOUR	Ophtalmologie
de MOURGUES Georges	Chirurgie générale
DEVIC	Médecine générale
DUMONT Martial	Obstétrique
DURAND	Urologie
FRANCILLON	Chirurgie générale
SAUBIER	Chirurgie générale
SCHOTT	Neurologie-Psychiatrie
ALLEGRE	Neuro-chirurgie
CHASSARD	Electro-radiologie
FAYSSE	Orthopédie
GAILLARD	Oto-rhino-laryngologie
GARDE	Médecine générale
HUGONNIER	Ophtalmologie
MORNEX	Médecine générale
MOUNIER-KUHN Alain	Chirurgie générale
NORMAND	Médecine générale
PERRIN André	Médecine générale
DUMAS	Stomatologie
GARMIER	Obstétrique
NOEL	Médecine générale
SCHNEPP	Orthopédie
NOTTER	Gynécologie obstétricale.

EXAMINATEURS DE LA THESE :

Président : M. le Professeur LATARJET

Assesseurs : MM. BOUCHET

DUROUX

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur LARTAJET

Professeur d'Anatomie

Chirurgien des Hôpitaux de Lyon.

En témoignage de profonde gratitude pour son enseignement, et pour le grand honneur qu'il nous a fait en acceptant la Présidence de cette thèse.

A NOS JUGES

Monsieur BOUCHET

Maître de Conférence Agrégé

Monsieur DUROUX

Agrégé

Monsieur

Qu'ils trouvent ici notre reconnaissance pour l'enseignement qu'ils nous ont prodigué.

Nous les remercions vivement d'avoir accepté de juger notre travail.

A NOS MAITRES DANS LES HOPITAUX

Monsieur le Professeur MOUNIER-KUHN

Monsieur le Professeur SOUSTELLE

Monsieur le Professeur TRAEGER

Monsieur le Professeur JEUNE

Monsieur le Professeur TOLOT

Monsieur le Professeur VIGNON

Monsieur le Professeur DECHAUME

Monsieur le Professeur SCHOTT

A TOUS NOS MAITRES DE LA FACULTE DE LYON

A qui nous sommes heureuse à
l'occasion de ce travail de pouvoir témoi-
gner nos sentiments respectueux et
reconnaissants.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR DELATTRE

Docteur ès sciences

Doyen honoraire de la Faculté Libre de Médecine de Lille

Ancien Président de la Société Française d'Anthropologie

Directeur du Laboratoire de Crâniologie comparée de la
Faculté libre de Médecine de Lille.

Vous m'avez accueilli dans
votre laboratoire avec une particulière
bienveillance. L'originalité de vos vues,
l'étendue de votre savoir et vos grandes
qualités humaines m'inspirent le plus
profond respect.

A MONSIEUR LE DOCTEUR FENART

Docteur ès-sciences

Chargé de Recherche au C.N.R.S.

Vous m'avez confié le sujet de cette thèse . Vous m'avez constamment guidée dans sa réalisation avec une grande bienveillance. Votre rigueur scientifique , la clarté de vos exposés, la précision et l'étendue de vos connaissances ont fait mon admiration.

Veillez trouver ici le témoignage de ma profonde reconnaissance .

A MONSIEUR LE PROFESSEUR CAMELOT

Doyen de la Faculté Libre de Médecine de Lille

Vous m'avez ouvert les portes
de votre Faculté. Soyez-en remercié.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR FOURNIER

Professeur de Clinique Médicale Infantile à la
Faculté Libre de Médecine de Lille.

Vous m'avez accueillie avec
beaucoup de bienveillance dans votre
service. Veuillez trouver ici l'expression
de ma reconnaissance.

A MON MARI

A MA FILLE

A MES PARENTS

A TOUTE MA FAMILLE

A TOUS MES AMIS

S O M M A I R E

INTRODUCTION

I - LA METHODE VESTIBULAIRE

II - DEFINITION DE L'ANGLE THYRIDIEN

III - HISTORIQUE

IV - TECHNIQUE UTILISEES

- A/ - Orientation vestibulaire.
- B/ - Prise de l'angle thyridien
- C/ - Considérations statistiques.

V - MATERIEL D'ETUDE

VI- PHYLOGENESE

- A/ - Principaux résultats "vestibulaires"
- B/ - Angles caractéristiques
- C/ - Résultats de SABAN
- D/ - Résultats de SERCER
- E/ - Résultats de DELATTRE & FENART

VII - ETUDE STATISTIQUE DE L'ANGLE THYRIDIEN CHEZ L'HOMME ADULTE. -

- A/ - Caractères statistiques de l'angle thyridien
humain adulte. -
- B/ - Etude des Corrélations
 - I/ - Angle hiatique
 - 2/ - Angle foraminien
 - 3/ - Angle d'inclinaison du clivus
 - 4/ - Mécanisme de l'entraînement
rotatoire du labyrinthe.

5/ - Les angles de la base du crâne

a/ angle Cr.a - S - Ba.

b/ angle de LANDZERT

c/ Interprétation

6/ - Rapports avec la longueur du crâne

7/ - Rapports avec la position du
pariétal dans les axes vestibulaires

C/ - Comparaison des variances.

VIII - ETUDE DE L'ANGLE THYRIDIIEN DANS LES ONTOGENESES COMPAREES. -

A/ - Rappel des principales données ontogéniques
vestibulaires

1/ Chez l'Homme

2/ Chez les Primates

3/ Chez les Mammifères quadrupèdes.

B/ - Ontogenèse thyridienne chez l'homme.

1/ Rappels embryologiques

2/ Rappels histogéniques

3/ Etude de la rotation thyridienne

4/ Relations ontogéniques entre l'angle
thyridien et l'angle hiatique.

C/ - Ontogenèse thyridienne chez les Primates et les
Mammifères quadrupèdes.

1/ Evolution des fenêtres

2/ Relations avec l'arrière-crâne.

IX - VARIATIONS D'ORDRE TERATOLOGIQUE.

X - VARIATIONS EXPERIMENTALES

CONCLUSIONS

BIBLIOGRAPHIE

CONSIDERATIONS A PROPOS DE L'ANGLE THYRIDIEN

INTRODUCTION

L'étude anthropologique un tant soit peu approfondie d'un crâne, nécessite, outre la description de caractères morphologiques, la connaissance d'un certain nombre d'éléments métriques et angulaires, dans la prise desquels interviennent nécessairement des axes. L'orientation d'un crâne est donc une des conditions préalables à toute étude de ce genre.

Il n'est pas dans nos intentions de faire ici un exposé, même sommaire, des différentes techniques d'orientation de la tête, elles sont fort nombreuses et ont été exposées, pour les principales, dans l'ouvrage de MM. DELATTRE et FENART (B.18) auquel le lecteur pourra se reporter ; mais nous tenons à préciser dès l'abord, que ce sont les axes "vestibulaires" d'inscription du crâne, qui seront employés dans ce travail.

Leur détermination sera précisée plus loin, et leur intérêt, dans le problème qui nous préoccupe actuellement, est de fournir à la tête, non seulement une orientation (c'est-à-dire un plan horizontal et un plan vertico-frontal), mais encore un axe transversal (axe "vestibien" de PEREZ) autour duquel évoluent les éléments du crâne au cours de l'ontogénèse et de la phylogénèse.

Parmi ceux-ci nous trouvons, non seulement des portions céphaliques relativement éloignées de cet axe, telles celles situées sur la voûte du postéro-crâne, mais encore des organites très rapprochés de l'axe, parmi lesquels les fenêtres du vestibule qui font l'objet de cette étude, et dont les mouvements évolutifs ne peuvent être explicités par aucune autre méthode.

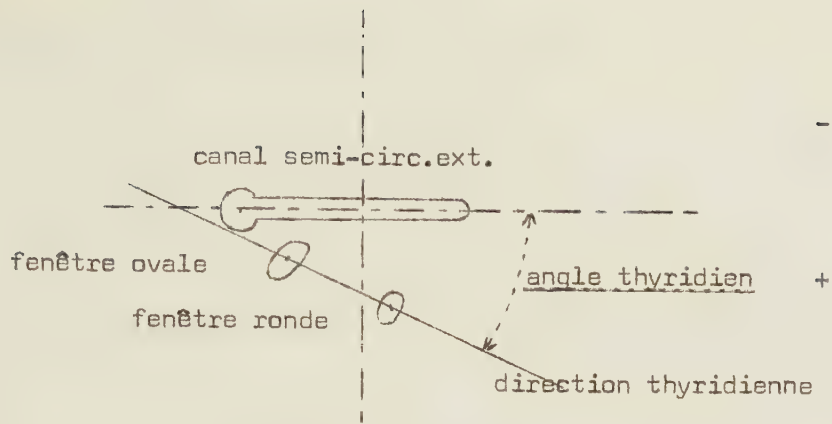


Figure 1 -

Définition et détermination de l'angle thyridien.



Figure 2

arrière-crâne de Gorille orienté vestibulairement. On aperçoit le canal semi-circulaire horizontal ouvert. En cartouche: ce même canal agrandi.

1 - LA METHODE "VESTIBULAIRE".-

Définie la première fois en 1910 par GIRARD (B.37), reprise par cet auteur en 1923 et par PEREZ en 1922 (B.38, 39, 50 et 51), la méthode vestibulaire d'orientation du crâne a fait, depuis 1951, l'objet de nombreuses publications de la part de l'école lilloise de MM. DELATTRE et FENART (B.9, à 24 et B.28 à 36) et quelques autres auteurs s'en sont servis dans leurs travaux, tant en France qu'à l'étranger (B.1, 5, 6, 7, 26, 46, 47, 49, 52 et 53).

Le principe est d'orienter le crâne sans utiliser de points cranio-métriques : ni de la paroi neuro-crânienne, ni de la région splanchno-crânienne (face), mais plutôt de se baser sur un organe : le labyrinthe, dont la relative indépendance par rapport au reste du crâne a pu être démontrée, tant dans la série phylogénique et l'évolution embryologique, que de façon expérimentale chez les Vertébrés inférieurs et supérieurs (B.45, 40, 36).

Cette référence au labyrinthe "libère" tous les autres éléments de la tête et les laisse libres d'évoluer indépendamment (ce qui n'est réalisé par aucune autre méthode).

L'horizontalité est fournie par la direction antéro-postérieure du canal semi-circulaire horizontal (fig.2), et la verticalité par un plan perpendiculaire au précédent, mené par le centre du bloc osseux circonscrit par le canal (fig.1), C'est dans ce plan vertical que se trouve inscrite la direction de la pesanteur, facteur cosmique qui, en fin de compte, règle l'orientation de l'extrémité céphalique dans l'espace.

L'orientation vestibulaire offre des avantages indiscutables : universalité (elle est applicable chez tous les Vertébrés gnathostomes),

référence à une notion physiologique (et non purement empirique), et champ d'application étendu (allant de l'anthropologie et la paléontologie à la pratique médicale, en passant par des domaines spécialisés comme l'orthodontie, la traumatologie, etc...) ; elle est d'application beaucoup plus commode qu'on se l'imagine de prime abord, et enfin, elle est rationnelle : quoi de plus logique que de rendre horizontal ce qui, précisément fournit le sens de l'horizontalité !

Nous pensons par ailleurs que la présente étude, démontrant l'existence de véritables mouvements décrits par des éléments proches de l'axe rotatoire (se projetant sagittalement à l'intersection de l'horizontale et de la verticale) est une preuve supplémentaire de la valeur de cette méthode d'orientation. En effet, il a pu être démontré (B.21) que, dans la série phylogénique des Mammifères quadrupèdes, des Primates et de l'Homme, toute l'oreille interne était "mobile" autour du canal semi-circulaire externe (ou "horizontal") sauf la plus grande partie (côté "ampullaire") du canal semi-circulaire antérieur.

Notre propos est ici de nous consacrer à l'étude de quelques aspects de la position, des mouvements rotatoires et de la variabilité de l'ensemble des deux fenêtres : la fenêtre ovale et la fenêtre ronde, sur lesquelles repose la notion d'angle thyridien.

II - DEFINITION DE L'ANGLE THYRIDIEN. -

La méthode vestibulaire utilise, par convention, le côté gauche de la tête. Le centre de la fenêtre ronde et le centre de la fenêtre ovale, projetés sur le plan sagittal médian du crâne, déterminent entre eux une droite : la droite thyridienne (I). L'angle compris entre celle-ci et l'horizontale vestibulaire, est appelé : l'angle thyridien (fig.I). Il est compté dans son ouverture postérieure. Cet angle est, dans la plupart des cas, "positif" (centre de la fenêtre ronde plus bas situé que celui de la fenêtre ovale). Il peut, chez certains Mammifères quadrupèdes, être nul lorsque la droite thyridienne est parallèle au plan horizontal du canal externe ; enfin, chez d'autres Mammifères quadrupèdes, il peut se faire qu'il soit négatif (fenêtre ronde plus haut située que la fenêtre ovale) . C'est pourquoi il conviendra d'affecter la valeur numérique de l'angle, d'un signe + ou d'un signe - selon le cas.

°
° °

III - HISTORIQUE. -

Suite à une suggestion de M. Le Professeur DELATTRE, selon qui une rotation "devait" exister au niveau du labyrinthe comme elle avait déjà été mise en évidence ailleurs, SABAN (B.52) a eu le mérite de définir en 1952, l'angle thyridien, et d'en donner les premiers éléments d'évolution phylogénique chez les Mammifères.

D'autres auteurs (BENOIT GONIN et LAFITTE DUPONT, EVANS : B.27 et 41) avaient bien observé des variations dans cette

(I) Du grec $\theta\upsilon\rho\iota\delta\epsilon\varsigma$ $\omega\delta\omicron\varsigma$ = fenêtre.

région de l'oreille interne, mais n'avaient pu en comprendre toute la portée car pour eux, c'était la direction du canal qui variait par rapport aux fenêtres !

SERCER, en 1958 (B.53) reprend l'étude de la question en vue d'une application à la recherche de la pathogénie de l'otospongiose, et il est amené à mesurer non pas l'angle thyridien, mais son "supplément" (mathématiquement parlant), c'est-à-dire la valeur manquant à l'angle thyridien pour faire 180° . C'est donc l'ouverture antérieure qu'il prend en considération, et qu'il appelle "angle canaliculo-fénestral". Mais nous devons à la stricte vérité de dire, que cet auteur n'a pas jugé opportun de disséquer le canal horizontal dans tous les cas, étant donné que l'inclinaison du plan bi-zygomatique est de 10° au minimum, de 30° au maximum, et de 20° en moyenne chez la race blanche, par rapport à l'horizontale vestibulaire. De ce fait, le plan des canaux latéraux peut être déterminé à peu près exactement pour chaque os temporal parce que le plan ortho-vestibulaire se trouve à 20° au-dessus du plan bi-zygomatique". "Si sur quelques crânes, nous voulons déterminer la ligne vestibulaire horizontale, alors d'après GIRARD, cette ligne passe par le milieu du bord orbitaire supérieur et à 5 mm au-dessus de l'épine de HENLE".

Ainsi, bien que partisan convaincu de la méthode vestibulaire, il est patent que SERCER ne l'a pas vraiment utilisée, ce qui explique les valeurs fort aberrantes, qu'il propose pour l'angle étudié, par rapport aux nôtres, et à celles de SABAN !

En 1951, MM. DELATTRE et FENART, dans un intéressant travail (B.21) portant sur 33 espèces de Mammifères (des Monotremes à l'Homme) ont étudié, entre autres choses, l'angle thyridien en recherchant quels étaient les organites : labyrinthiques, pétreux,

occipitaux... qui évoluaient comme les fenêtres du vestibule (à la fois quant au sens et à l'amplitude de la rotation). Nous reviendrons plus loin sur les éléments nouveaux apportés par ces auteurs.

Enfin, tout récemment, R.FENART, en 1965-66 a recherché les modifications apportées à la forme du crâne, par des modifications du mode de station, à la fois d'origine expérimentale et d'origine tératologique (B.31,33,34,36). De tels processus mécaniques sont-ils susceptibles d'influer sur le labyrinthe (portion mobile seule !) et plus particulièrement sur les fenêtres du vestibule ? Ce problème sera abordé.

En somme, c'est surtout l'aspect phylogénique qui a retenu l'attention des auteurs jusqu'alors, c'est pourquoi, sur les conseils du Docteur FENART, et dans le laboratoire de crâniologie comparée de la Faculté libre de Médecine de Lille, dirigé par Monsieur le Professeur DELATTRE, nous avons entrepris de compléter les connaissances actuelles sur l'angle thyridien en considérant successivement l'aspect ontogénique (chez l'Homme, les Primates et quelques autres Mammifères), et l'aspect statistique, basé sur la connaissance de ses valeurs moyennes (chez l'Homme d'une part, et le Rat d'autre part) et sur l'étude de ses variations.

°
° °

IV - TECHNIQUES UTILISEES

Elles sont relatives : d'abord à l'orientation vestibulaire des crânes, puis à la technique de la prise de l'angle thyridien, et enfin aux opérations statistiques auxquelles il a fallu nous livrer.

A/ - Orientation vestibulaire. -

Le canal semi-circulaire (gauche) a été mis en évidence sur toutes nos pièces, par dissection menée par la voie exocrânienne. Un volet osseux, d'épaisseur et d'étendue variable selon l'âge et l'espèce du crâne considéré, est enlevé au-dessus du conduit auditif externe. Pour ce faire, plusieurs traits d'une fine scie circulaire circonscrivent l'os superficiel délimitant cette zone (comprenant le toit du conduit auditif) dont l'ablation est menée à bien par un petit coup de burin. (L'os enlevé peut ensuite être remplacé et recollé avec soin après orientation vestibulaire, et les traces effacées complètement !)

On effondre éventuellement les cellules osseuses qui cachent encore le canal semi-circulaire externe. Puis celui-ci est ouvert sur une étendue assez grande : depuis son ampoule, en avant, jusqu'à son enjambement par le canal semi-circulaire postérieur, en arrière. Cette opération est facilitée par l'emploi d'une "fraise" à grande vitesse de rotation. Il importe que la totalité de la zone ouverte du canal soit directement visible latéralement lorsque le regard est dirigé perpendiculairement au plan sagittal. Quant aux fenêtres, elles sont dès lors directement à découvert.

L'orientation vestibulaire est facilitée, sur le crâne, par la section médiane (chaque fois que cela est possible et permis !) laquelle repose alors sur le plan de la table. Un système d'axes rectangulaires est tracé sur un papier où l'on pose la section crânienne, de manière à amener la direction du canal en coïncidence avec l'axe antéro-postérieur (horizontal). On glisse le crâne selon cette direction jusqu'à ce que l'axe vertical du papier passe par le milieu de la portion disséquée du canal. (pour les petits crânes, on peut

coller leur section sagittale sur une plaque de verre ou un carton portant les axes, ce qui facilite les manipulations .

Les crânes très larges (gros Mammifères, ou crânes non sectionnés médianement) voient leur orientation vestibulaire facilitée par la mise en place de deux fils tendus rectangulairement, formant réticule, qu'on fait coïncider, par visées verticales, avec les axes du papier posé sur le plan de la table de travail ; dans ce cas, la mise en position du crâne dans les axes se fait par référence relativement aux fils (fig.3).

Pour quelques pièces, des essais radiographiques ont été tentés, après introduction d'un fil de plomb dans le canal préalablement disséqué, mais nous nous empressons de dire que, sauf pour les très petits crânes, les déformations coniques sont importantes si le centrage n'est pas opéré très rigoureusement sur le labyrinthe, chose fort difficile car, l'Homme excepté, l'ensemble des Mammifères possèdent une oreille très excentrée par rapport à l'ensemble de la tête ; cela a suffi à nous faire abandonner le procédé.

Par contre, depuis quelques mois seulement une autre technique radio-tomographique combinée a été mise au point par MM. FENART, EMPEREUR-BUISSON et BE CART, qui permet l'orientation vestibulaire des crânes, sans aucune dissection, et sans déformation de l'image. Cette technique est, bien sûr, applicable aussi au vivant ! (B.33 bis).

B/ - Prise de l'angle thyridien. -

Elle est sans doute moins commode qu'on se la représente dès l'abord, malgré sa simplicité théorique : en effet, la relative

profondeur à laquelle il faut prendre cette mesure, nécessite un éclairage adéquat, qui ne soit pas supprimé par le rapporteur d'angle ! d'où choix d'un appareil transparent. Une autre difficulté provient souvent, sur les grands crânes, de l'existence des arcades zygomatiques qui obligent à prendre l'angle thyridien à une assez grande distance latérale des fenêtres d'où causes d'erreurs possibles. Le centre des fenêtres doit être estimé avec une précision suffisante, tenant bien compte de la différence de forme des deux fenêtres, et aussi du fait que celles-ci ne se trouvent pas orientées anatomiquement dans un plan para-sagittal ! Un opérateur exercé peut, très vite, venir à bout de ces difficultés, mais il est souvent nécessaire de recommencer plusieurs fois la même mesure et de prendre la moyenne des chiffres obtenus.

En plus de l'angle thyridien, d'autres paramètres du crâne seront appréciés au cours de ce travail dans le but d'établir des corrélations avec cette valeur angulaire ; le détail en sera exposé au cours de cette publication, à mesure de leur évocation.

C/ - Considérations statistiques. -

Elles n'offrent aucune nouveauté par rapport aux techniques classiques, et cela nous permettra de ne pas entrer ici dans tous les détails. (B.43,44).

Pour un certain nombre de paramètres, la répartition des fréquences sera établie, et un histogramme dressé. La moyenne sera calculée à l'aide des points moyens des divers classes ; la variance et l'écart-type () seront proposés. Uniquement pour des paramètres d'intérêt majeur, la courbe normale théorique sera ajustée à la répartition des fréquences obtenues, afin de mieux visualiser les faits.

Une limite supérieure et une limite inférieure fourniront l'intervalle de sécurité de la moyenne, calculé comme suit :

$$m \pm 2,6 S_m \text{ (avec une sécurité de 99 \%)}, S_m \text{ étant calculé par: } \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}$$

Nous serons amenés à comparer entr'elles deux moyennes , puis deux variances. Pour les moyennes, l'erreur standard de la différence (d) des moyennes est calculée : $S_d = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$, ou plus simplement, l'effectif étant égal de part et d'autre : $S_d = \sqrt{\frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}{n}}$

Un rapport est établi : $t = \frac{d}{S_d}$. Si le résultat est supérieur à 2 (ou à 2,6) les moyennes sont significatives avec une sécurité de 95 % (ou de 99 %).

Les variances sont comparées en utilisant

$$\text{la variable } F = \frac{\frac{\sigma_1^2}{n_1} \times \frac{n_1-1}{n_2-2}}{\frac{\sigma_2^2}{n_2} \times \frac{n_2-1}{n_1-2}} , \text{ ce qui se réduit ici à}$$

$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$ étant donné l'identité des 2 effectifs. L'interprétation de F nécessite l'utilisation de la "table de SNEDECOR", on y lit un paramètre relatif à la valeur $v = n-1$. Il faut que F soit supérieur au chiffre de la table pour que la différence soit significative entre les variances.

Enfin, des corrélations ont été recherchées entre plusieurs couples de deux variables (indices 1 et 2 dans la formule), en utilisant la technique des moyennes provisoires, ce qui fournit p (la covariance). Le coefficient de corrélation est : $r = \frac{P}{\sqrt{1-2}}$. La signification du coefficient est donnée par les tables : la limite doit en être de 0,28 pour une sécurité de 0,95 (et de 0,36 pour une sécurité de 0,99), pour un effectif de 50 (sur lequel seront recherchées ces corrélations).

Les droites de régression : $y = f(x)$ sont tracées, à partir de deux points (la moyenne, et un autre point calculé), et comparées aux droites brisées unissant la valeur moyenne de y pour chaque tranche de x . Puis l'autre droite de régression $x = f(y)$ est également tracée, et la direction moyenne du "nuage de points" est estimée par la bissectrice entre les deux droites de régression.

°
° °

V - MATERIEL D'ETUDE .-

Les crânes utilisés doivent être répartis en plusieurs rubriques selon l'usage qui en sera fait ci-après .

A/- Pour l'étude anatomique et statistique de l'angle thyridien moyen chez l'Homme adulte , 49 crânes humains (sexes mélangés) seront utilisés . Ils ont déjà servi à la prise d'autres paramètres, en de précédentes publications du Laboratoire (B.24, 26), ce qui nous permettra d'utiliser ces derniers résultats, en un tout homogène.

B/- L'étude embryologique et ontogénique a porté sur un certain nombre de stades sélectionnés à l'intérieur de chaque espèce considérée :

- Homme : une quinzaine de foetus, plusieurs nouveaux nés, 7 enfants de 6 à 36 mois , 1 adolescent de 12 ans . Le chiffre adulte est évidemment le même que celui calculé statistiquement .
- Chimpanzé : 1 foetus, 2 jeunes, 1 adulte .
- Orang : 1 foetus, 1 mort-né , 1 jeune, 3 adultes.
- Porc : 2 très jeunes, 3 jeunes, 1 adulte.
- Chat : 1 foetus, 3 jeunes et 10 adultes
- Rat : Jeunes de 2, 3, 4 et 5 semaines et adultes.

C/ - La comparaison anatomique entre les divers groupes de Mammifères adultes repose sur de nombreuses dissections, parmi lesquelles notamment : 33 espèces types (de l'Echidné à l'Homme). Sur certaines d'entr'elles et particulièrement sur les Primates, les chiffres reposent sur plusieurs mesures par espèce. Ils sont généralement relatifs aux mâles, chaque fois que cette détermination a été possible. (L'étude des différences sexuelles de l'angle thyridien des Mammifères reste à faire !).

Afin de rendre plus commode la lecture des résultats, chaque espèce a reçu un numéro ; c'est celui-ci qui sera employé dans quelques figures proposées dans la suite de ce travail :

- 1 - *Echidna aculeata*
- 2 - *Ornithorhynchus anatinus*
- 3 - Une *Sarigue*
- 4 - *Macropus giganteus*
- 5 - *Myrmecophaga jubata*
- 6 - *Coloepus didactylus*
- 7 - *Hydrochaerus hydrochaeris*
- 8 - *Castor fiber*
- 9 - *Lepus cuniculus*
- 10 - *Phoca vitulina*
- 11 - *Canis familiaris*
- 12 - *Vulpes vulpes*
- 13 - *Felis pardus*
- 14 - *Felis leo*
- 15 - *Sur scrofa*
- 16 - *Ovis aries*
- 17 - *Bos taurus*

- 18 - *Equus asinus*
- 19 - *Camelus bactrianus*
- 20 - *Lemur collaris*
- 21 - *Alouata seniculus*
- 22 - *Cebus cirrifer*
- 23 - *Ma caca*
- 24 - *Cercopithecus*
- 25 - *Frythrocebus patas*
- 26 - *Presbytis entellus*
- 27 - *Hyl obates coneolor*
- 28 - *Symphalangus syndactylus*
- 29 - *Pongo pygmaeus*
- 30 - *Gorilla gorilla*
- 31 - *Pan troglodytes*
- 32 - *Homo sapiens*
- 33 - *Delphinus delphis.*

D/ - Les considérations expérimentales chez le rat portent sur 44 individus, comparés à 44 rats témoins, dont la répartition pondérale est identique : de 100 à 300 grammes. On peut considérer ces groupes comme "adultes" et opérer aux comparaisons directement , à poids moyen égal.

E/ - Enfin la tératologie nous a: fourni un seul sujet, c'est un chevreau ectromèle bithoracique total. Il a été comparé à un témoin de même sexe et de même degré de développement somatique (mais un peu moins âgé, ce qui était vrai aussi chez les rats en expérience, à cause du handicap apporté par l'infirmité, naturelle ou provoquée, au cours de la compétition physiologique avec les témoins).

VI - PHYLOGENESE. -

A/ - Principaux résultats vestibulaires. -

Dans la considération de la succession des espèces actuelles de Mammifères, l'angle thyridien évolue de façon très caractéristique. Mais, avant d'en exposer les détails, il importe de rappeler très brièvement les principaux résultats apportés par la méthode vestibulaire, dans le développement phylogénique des Mammifères. Cela nous a guidé dans le choix de certains paramètres qui interviendront plus loin dans la recherche de nos corrélations avec l'angle thyridien.

Des Mammifères quadrupèdes aux Primates, et de ceux-ci à l'Homme, et, par rapport aux axes vestibulaires d'orientation, la face recule sous l'avant-crâne, en glissant selon une direction à peu près fixe, à 30° sous l'horizontale vestibulaire (fig.4). Pendant ce temps, le volume cérébral augmente, et la station debout fait en sorte que l'arrière-crâne se développe considérablement en "tendant" à amener le trou occipital (foramen magnum) en position horizontale. (fig.4). La fosse cérébelleuse présente ainsi un mouvement de bascule en bas et en arrière, qui la fait tourner autour de l'axe de PEREZ (déjà défini).

Lorsqu'on considère le crâne par la gauche, ce mouvement rotatoire se fait dans le sens "horaire", il a été défini : "rotation positive".

Un autre phénomène essentiel est noté, c'est la "brisure" de la base du crâne au niveau de la selle turcique. Cette base d'abord rectiligne et inclinée vers le bas, se relève, suivant en cela le déplacement de la fosse hypophysaire ; puis la rotation "positive" continue, mais pour le clivus seul, d'où : brisure. (fig.4)



Fig. 3 - Orientation du crâne d'un Pinnipède (phoque).

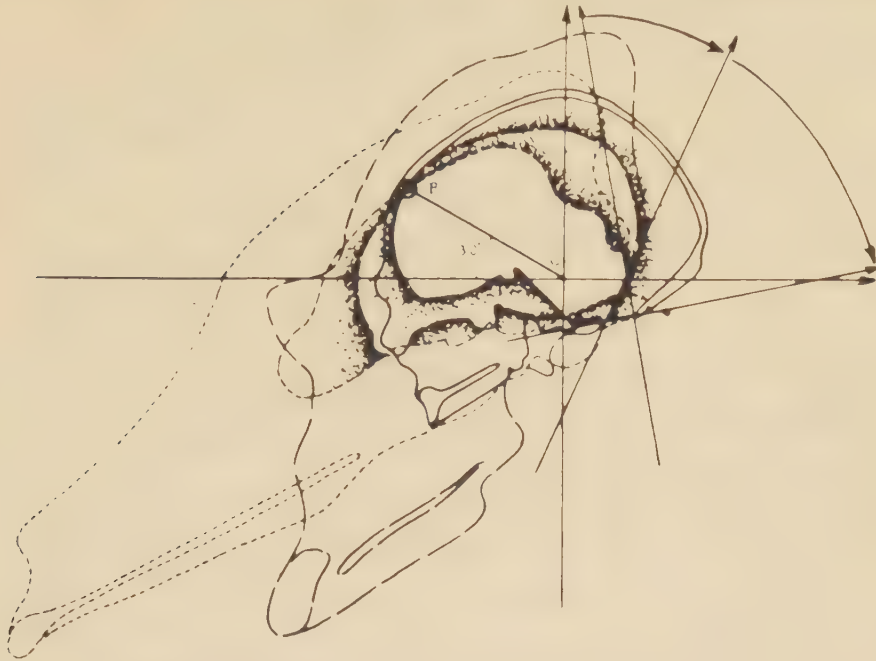


Fig. 4 - Superposition dans les plans vestibulaires de la projection sagittale des crânes de Canis (en pointillés), Gorilla (en tirets) et Homo (en traits pleins), réduits à une distance CF commune (F = Point frontal de flexion). Sont ombrées, en avant, les surfaces perdues par l'endocrâne au cours de la phylogénèse du crâne chez les Mammifères, et en arrière, les surfaces gagnées par cet endocrâne. Les flèches postérieures marquent la rotation de la direction des trous occipitaux.

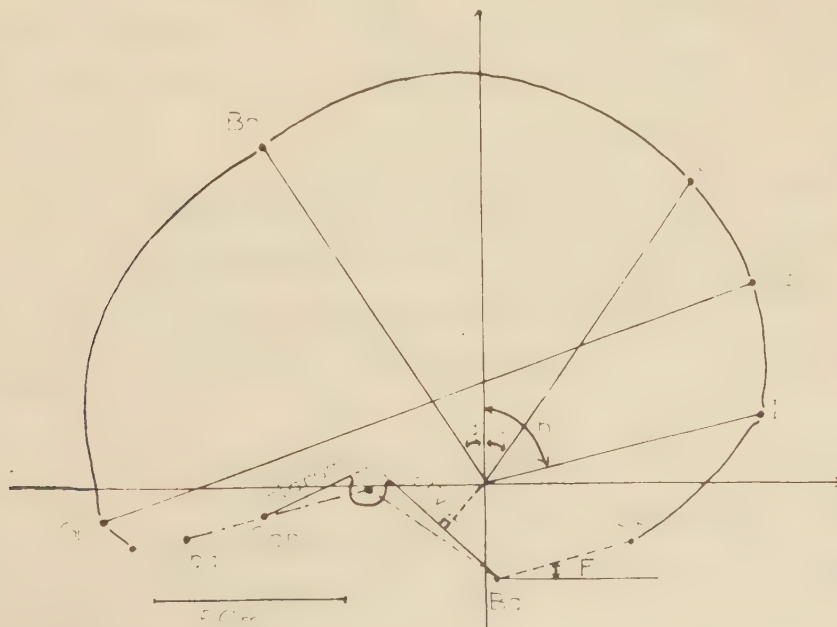


Fig. 5 - Principales mensurations effectuées sur les crânes de notre série.

B/ - Angles caractéristiques .-

Les principaux mouvements du neuro-crâne seront rapportés à ceux de l'angle thyridien par la prise de quelques angles (fig.5) :

- L'angle hiatique (h), mesuré entre le rayon rejoignant l'inion (protubérance occipitale externe), et la partie supérieure de la verticale vestibulaire.

- L'angle foraminien (F), entre la direction : basion-opisthion (de l'axe sagittal du trou occipital) et une parallèle à l'horizontale, menée par le basion.

- L'angle d'inclinaison du clivus ; le clivus a dû être stylisé par une droite qui rectifie les sinuosités éventuelles de la face endocrânienne du bloc osseux occipito-sphénoïdal rétro-hypophysaire (section sagittale), puis une perpendiculaire a été abaissée du centre des axes vers cette direction. L'angle a été pris entre l'horizontale et cette perpendiculaire au clivus, et mesuré dans son ouverture antérieure.

- L'angulation de la base du crâne a fait déjà l'objet de nombreux travaux, et un certain nombre de techniques différentes sont possibles dans la prise de cet angle de la base. Nous en avons considéré deux.

L'angle : basion - centre de la selle turcique - point antérieur du crible ethmoïdal ; et l'angle entre le clivus et le planum ou limbus, à savoir la portion sagittale endocrânienne du corps sphénoïdal, en avant de la gouttière inter-optique.

C/ - Résultats de SABAN;-

Avant d'exposer nos propres résultats, commençons par rappeler ceux proposés par SABAN, à partir des mêmes principes

"vestibulaires " de la conception du crâne. Douze crânes ont retenu son attention. Le tableau suivant tiré de sa publication, nous en donne la liste et la valeur de leur angle thyridien.

Edentés	Tamandua Tetradactyla L.	5°
Rongeurs	Sciurus Sp. L.	10°
Ongulés	Cervus elaphus L.	22°
	Dama dama L.	22°
	Camelus bactrianus L.	23°
	Lama glama L.	22°
Carnassiers	Vulpes vulpes L.	27°
	Felis domestica Briss.	30°
Primates	Hylobates lar L.	42°
	Pan troglodytes L.	44°
	Gorilla gorilla Wymann	44°
	Homo	60°

Nous reproduisons ici (fig. 6 et 7) les illustrations de SABAN, donnant ces valeurs numériques ainsi que la façon de les obtenir. (Cet auteur utilise le côté droit !)

Sa conclusion générale peut être facilement tirée de la lecture d'une de ses figures (fig. 8) où les classes de Mammifères ont été disposées dans l'ordre croissant de leur valeur angulaire thyridienne. SABAN trouve que l'angle varie de 55° entre les Edentés (5°) et l'Homme (60°). Il montre aussi que la fenêtre ovale voit son grand axe tourner de 51° dans le sens d'une horizontalisation progressive, mais prétend que ce mouvement se fait "sur place".

D/ - Résultats de SERCER. -

Cet auteur s'est penché essentiellement sur les problèmes ontogéniques (sur lesquels nous reviendrons), mais il propose cepen-

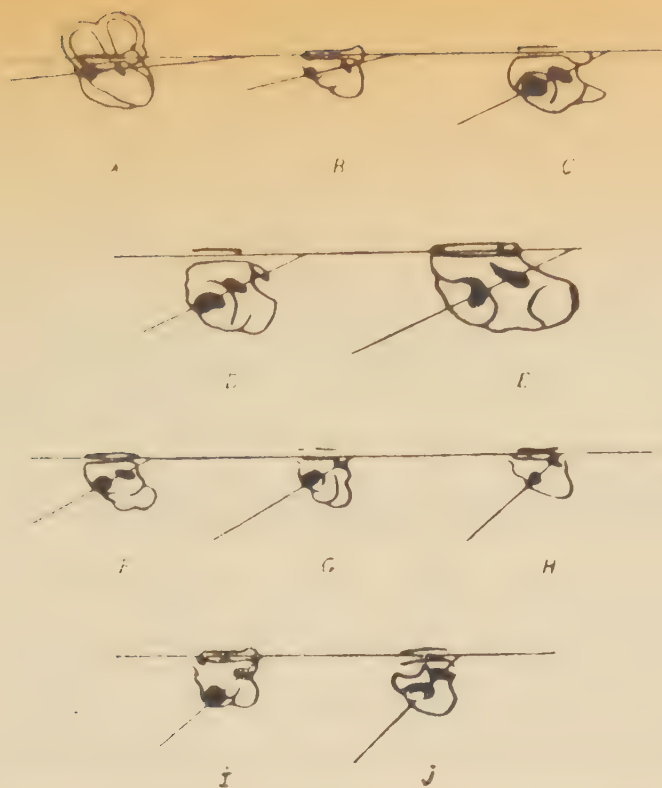


Fig 6 - Mesure de l'angle thyridien. A. *Tamandua* B. *Sciurus* C. *Cervus*
D. *Dama* E. *Camelus* F. *Lama* G. *Vulpes* H. *Felis* I. *Hyllobates*
J. *Gorilla*.

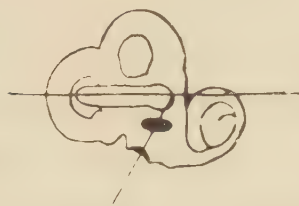


Fig 7 - Mesure de l'angle thyridien
chez l'Homme

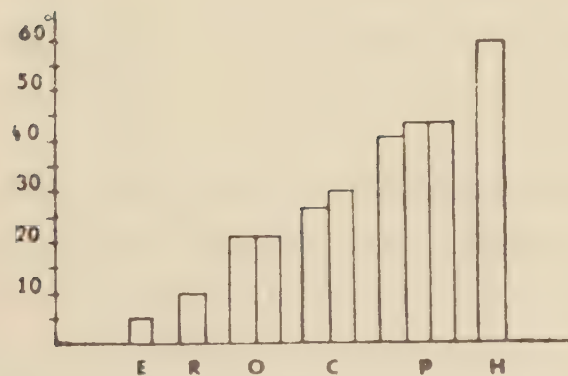


Fig 8. — Diagramme des variations d'angle thyridien chez les
Mammifères. E. Edentés. R. Rongeurs. O. Ongulés. C. Carni-
vores. P. Primates. H. Homme.

dant, au début de son travail, une orientation vestibulaire des fenêtres du chien et du chat, ainsi que la reproduction du labyrinthe de Meles taxus (blaireau) et Hippopotamus amphibius, tirés de la collection de HYRTL (Vienne) (Fig.9).

E/ - Résultats obtenus par DELATTRE et FENART. -

A partir des 33 espèces citées précédemment dans le paragraphe "matériel d'étude", la direction thyridienne a été matérialisée par une parallèle à celle-ci, menée par le centre des axes, et la situation angulaire de chacune peut être lue facilement sur la figure 10 (partie gauche), où, le numéro de l'espèce est placé sur une portion de circonférence, à l'intersection de celle-ci avec la parallèle à la droite thyridienne. On y a, de plus (dans la partie droite), séparé ce qui est propre à l'Homme, aux Primates, et aux autres Mammifères. La première constatation qu'on peut y faire est une identité "générale" du chiffre de l'Homme (adulte) par rapport à celui proposé par SABAN ; nous verrons d'ailleurs plus loin que la moyenne calculée par nous sur des séries plus récentes et plus étoffées a donné un chiffre un peu moindre (53, 16 au lieu de 60).

Ensuite, il est à remarquer que l'angle a des valeurs négatives chez les Monotrèmes et les Cétacés (qui n'ont pas fait l'objet d'une étude par SABAN).

Pour fixer les idées, DELATTRE et FENART ont proposé en plus de la valeur humaine, deux chiffres : 15° et 43° qui donnent la moyenne de la situation des Mammifères non Primates, et des Primates. Cette distinction un peu schématique a été basée sur l'absence ou l'existence d'une tendance notable au redressement de la colonne.

Ces chiffres ont servi, entre autres choses, à rechercher des corrélations entre le degré rotatoire (par rapport aux axes), de la direction thyridienne, et d'autres portions crâniennes qui possèdent le même mouvement. Il serait trop long ici d'en donner les détails pour lesquels nous demandons au lecteur de se reporter à la publication originale (B.21), mais nous en rappellerons cependant les traits essentiels.

La rotation des organites qui suivent est figurée à chaque fois par celle d'un rayon partant du centre des axes et mené parallèlement (ou perpendiculairement selon les cas) à la direction étudiée (en projection sagittale). Toutes ces directions peuvent être décrites en les rapportant à une direction commune de référence : celle de la droite centro-ampullaire, joignant le centre des axes, à celui de l'ampoule du canal semi-circulaire postérieure. La direction de ce rayon étant déterminée, toutes les autres le seront aussi, car il a pu être démontré que les mouvements rotatoires s'effectuent avec la même amplitude pour de nombreux éléments : crâniens, pétreux, et labyrinthiques. Le rayon centro-ampullaire, chez les Mammifères, varie entre des limites qui ont pu être calculées (13° et 66° sous l'horizontale vestibulaire, partie postérieure), il en résulte que les limites de tous les autres éléments peuvent être facilement trouvées.

La figure 11 représente donc une sorte d'éventail qui tourne par rapport aux axes vestibulaires, fixes. Son "manche" est la droite centro-ampullaire ; la limite inférieure adoptée ne tient pas compte de la situation aberrante des Monotrèmes et des Cétacés, et la limite supérieure est fixée à 60° , avec l'approximation que nous estimerons un peu plus loin.

La direction thyridienne fait un angle de 6° avec la droite de référence (au-dessus de celle-ci).



Fig. 9 - Labyrinthes de blaireau (à gauche) ,et d'hippopotame (à droite),reproduits d'après Sercer. (Pièces de la collection de Hyrtl,de Vienne).

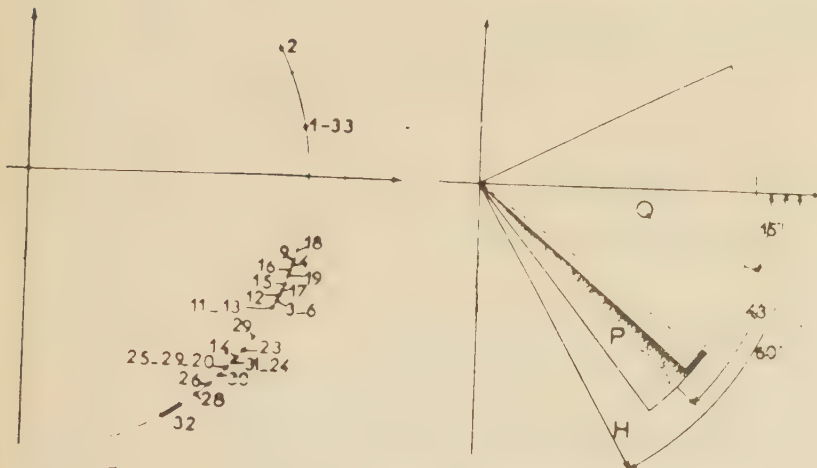
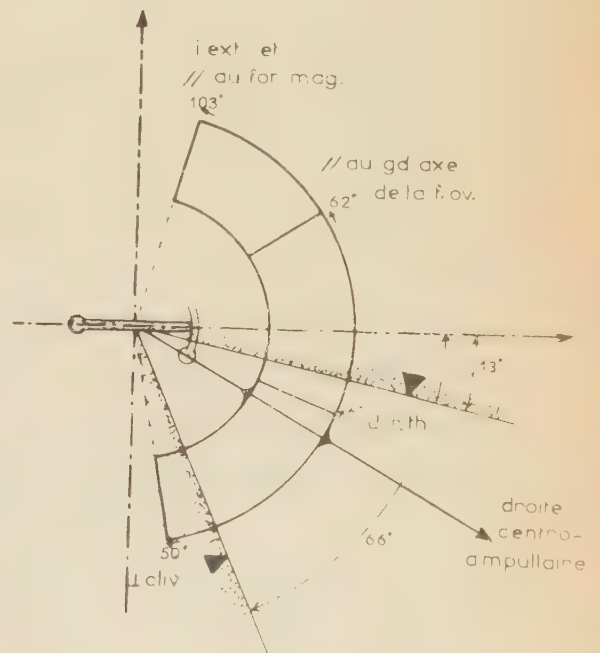


Fig. 10 - Position vraie de la parallèle à la droite thyridienne dans les axes.

À gauche : Détail pour les diverses espèces.

À droite : Les secteurs angulaires et les positions « moyennes » pour les Mammifères quadrupèdes (Q), les Pinnates (P) et l'Homme (H).

Fig. II - Schématisation de la fixation , relativement à la droite centro-ampullaire d'autres directions propres au labyrinthe, ou au postéro-crâne. Les limites (13° et 66°)de la course de la droite centro-amp. ont été figurées.



La parallèle au grand axe de la fenêtre ovale est à 62° dans le même sens.

L'inion externe se trouve sur un rayon à 103° , au-dessus de la droite centro-ampullaire.

Ce même rayon porte également la parallèle au foramen magnum.

La perpendiculaire au clivus est à 50° au-dessous de la droite centro-ampullaire.

Il existe bien d'autres "branches" à l'éventail, mais nous ne jugeons pas utile d'y insister ici.

Précisons que tout ce qui vient d'être dit est valable chez tous les Mammifères et Primates actuels, l'Homme excepté. En effet chez lui, de nombreux éléments de l'éventail angulaire sont bloqués en une position limite (qui d'après des calculs effectués par M. FENART, est vraisemblablement proche de celle d'un Australopithecidé !), alors que d'autres ont continué leur course rotatoire parce qu'ils se trouvaient plus éloignés de l'axe de rotation : l'inion et le foramen magnum sont de ceux-ci. Cela a pu faire dire à MM. DELATTRE et FENART que l'étiologie de l'otospongiose humaine pourrait être recherchée dans cette sorte de "surrotation" de certains éléments crâniens alors que les organites labyrinthiques demeureraient normalement fixées. Si un facteur intervient localement pour diminuer la rigidité de la capsule otique, celle-ci, soumise à la surrotation, sera obligée de se déformer. En d'autres termes, la méthode vestibulaire explique que l'Homme, et lui seul parmi tous les Mammifères possède une "condition nécessaire mais non suffisante" pour contracter l'otospongiose !

La direction de la droite thyridienne et son évolution rotatoire ne suffisent cependant pas à éclairer totalement le problème de l'évolution phylogénique des fenêtres du labyrinthe. C'est pourquoi MM. DELATTRE et FENART ont, dans le même travail, précisé les changements de situation de chacune d'elles, dans les axes vestibulaires. Chaque fenêtre a eu sa position moyenne définie par son centre, pour chacune des 33 espèces considérées, puis tous les dessins ont été réduits de manière à amener à une dimension commune le diamètre de la boucle du canal semi-circulaire horizontal. Dans ces conditions, il devenait alors possible de rassembler tous les points en une seule figure, les positions de ces derniers étant alors directement comparables. La figure 12 montre comment est réparti le centre de la fenêtre ronde des Mammifères. Dans une première région, les Monotrèmes (n° 1 et 2) sont groupés, ils se tiennent relativement les plus postérieurs et les plus élevés dans les axes, ce en quoi ils ne sont dépassés que par les Cétacés (n°33). Puis une vaste zone, plus antérieure et inférieure, correspond à l'ensemble des autres Mammifères quadrupèdes, aire qui est aux 3/4 au moins, en arrière de la verticale.

Les Edentés, groupe assez primitif, sont ici représentés par le Coloepus (n°6) dont la position est très postérieure.

Les Primates sont groupés en une surface en grande partie anté-vestibulaire.

Quant à l'Homme, le centre de sa fenêtre ronde est devenue pré-vestibulaire.

Dans la partie droite de la même figure, les secteurs : Quadrupèdes, Primates et Homme sont représentés.

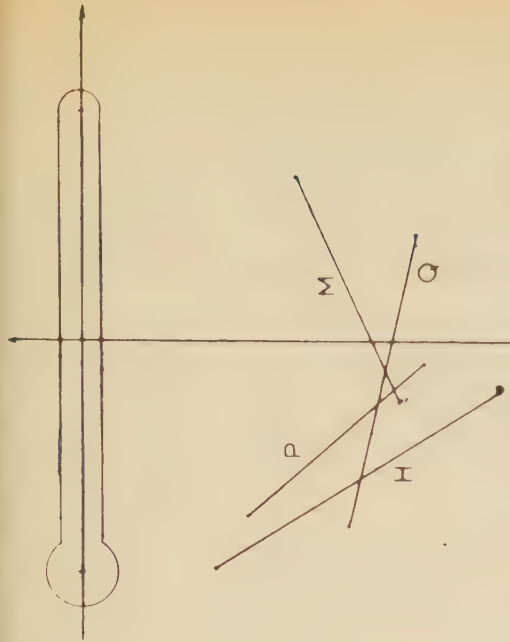


Fig. 14 — Représentation dans les axes vestibulaires (la longueur du canal semi-circulaire horizontal étant rendue commune) de la position « moyenne » des lenêtres ronds et ovales, chez les Monotèmes (M), les autres Mammilières quadripèdes (Q), les Primates (P) et l'Homme (H). Le segment de droite est dessiné à chaque fois, entre le centre de chacune des deux lenêtres

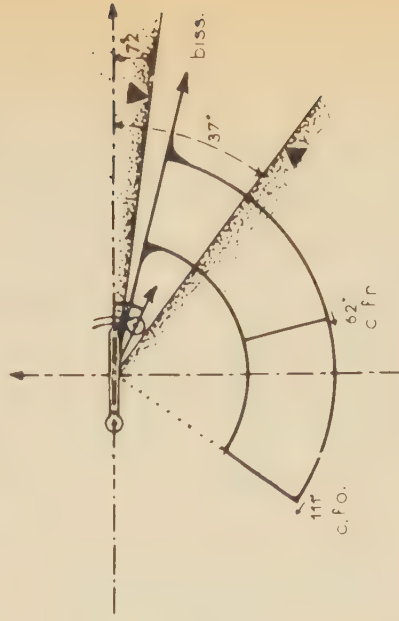


Fig. 15.— Figuration analogue à celle de la fig. 11, pour les éléments qui évoluent comme la bissectrice de l'angle déterminé entre la dir. ampull.post. et l'horizontale.

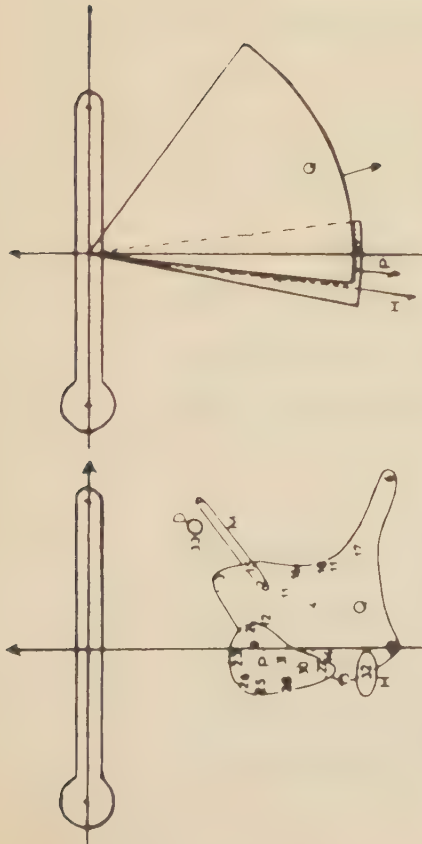


Fig. 12 — Position du centre de la lenêtre ronde chez les Mammilières (projection sagittale).

A gauche : Il s'agit des positions vraies, les longueurs des canaux semi-circulaires horizontaux étant rendues communes (le canal a été dessiné avec son ampoule).

A droite : Secteurs angulaires et directions moyennes pour : Q = Mammilières quadripèdes ; P = Primates ; H = Homme.

A gauche : En plus de l'Homme (H), et des Primates (P), on a isolé du reste des Mammilières quadripèdes (Q) les Monotèmes (M), afin de montrer leur position très primitive (du point de vue rotatoire) ; de plus, l) (le dauphin) a une position assez aberrante

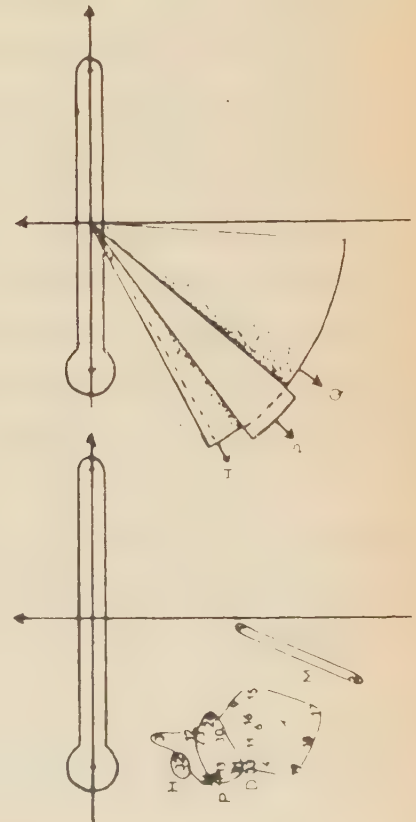


Fig. 13 — Figure analogue à la figure 12, mais relative, cette fois, au centre de la lenêtre ovale

La figure 13 est analogue à la précédente et relative à la situation du centre de la fenêtre ovale. Ici, tout est situé dans le quadrant inféro-antérieur de "l'espace vestibulaire". Les Monotrèmes sont encore les plus postérieurs et sont les plus bas situés dans les axes. Les Quadrupèdes possèdent une aire étalée obliquement de bas en haut et un peu d'arrière en avant, dont la partie haute et antérieure est recouverte par la zone des Primates, l'Homme ayant le centre de sa fenêtre ovale situé en position à la fois haute et antérieure.

On peut donc dire que si le grand axe de la fenêtre ovale tourne, pendant la phylogénèse, cela se produit autour d'un centre qui avance en s'élevant, contrairement aux dires de SABAN (pour qui la rotation se fait "sur place").

A partir de ces deux séries d'éléments, il est possible de se faire maintenant une idée plus exacte du mécanisme de la variation de l'angle thyridien. La figure 14 montre la position "moyenne" (et un peu schématique par là même !) de la droite thyridienne chez les Monotrèmes, les autres Mammifères quadrupèdes, les Primates et l'Homme. L'angle varie parce que la fenêtre ronde descend et avance, pendant que la fenêtre ovale monte et avance. Il est possible de préciser davantage, en recherchant comment varient les rayons supportant le centre des deux fenêtres : il a pu être démontré que ces rayons demeureraient à écart angulaire constant, de la bissectrice (1) de l'angle entre l'horizontale vestibulaire de la droite centro-ampullaire (fig. 15).

Le centre de la fenêtre ronde est sur un rayon à 62° sous cette bissectrice, et celui de la fenêtre ovale, à 111° (Les limites sont ici, pour la bissectrice, entre $7,2$ et 37° sous l'horizontale vestibulaire).

(1) Strictement parlant, la droite ici considérée n'est pas exactement une bissectrice, car le rapport est de $1/1,8$ et non de $1/2$.

On explique cette amplitude rotatoire moitié, par le fait que les fenêtres sont comprises constamment entre un élément fixe (l'ampoule du canal horizontal) et un élément mobile, tournant d'un angle donné ; la résultante au niveau du milieu de ces fenêtres ne peut qu'être une rotation moitié.

C'est pourquoi, nous pouvons dire maintenant que, devant répondre à la fois à la servitude de la direction thyridienne et à celle du rayon qui le porte, le centre de la fenêtre ronde descend plus qu'il n'avance, par rapport à celui de la fenêtre ovale.

Les figures 11 et 15 fournissent la position de tous les éléments étudiés ici, pour n'importe quel stade phylogénique. Il suffit pour cela de connaître la situation de la droite centro-ampullaire (qu'on peut d'ailleurs déduire de tout autre paramètre en relation avec elle) pour posséder celle de tous les autres. Bien entendu, autour de cette situation "moyenne", il existe toujours une certaine marge d'erreur et de variations inévitables.

Chez l'Homme, en partant d'une valeur de 60° de l'angle thyridien (chiffre très proche du maximum observé chez lui) il est facile de calculer la situation moyenne de tous les autres paramètres, en faisant tourner le "manche" de l'éventail des figures 11 et 15 (droite centro-ampullaire) en l'amenant à sa limite supérieure ; on obtient ainsi les valeurs moyennes théoriques suivantes :

- Perpendiculaire au clivus, à :

180 - (66 + 50) = 64° sous l'horizontale (antérieure), chiffre très proche du maximum de la distribution des fréquences calculées directement (cf. plus loin).

- Droite centro-ampullaire : à 66° sous l'horizontale (post.)

- Grand axe de la fenêtre ovale : sa parallèle menée par le centre des axes est alors à :

$62 - 66 = -4^\circ$, c'est-à-dire à 4° sous l'horizontale (post.)

- La fenêtre ronde a son centre sur un rayon à :

$180 - \left(\frac{66}{1,8} + 62 \right) = 81^\circ$ sous l'horizontale (ant.)

- La fenêtre ovale a son centre sur un rayon à :

$180 - \left(\frac{66}{1,8} + 111 \right) = 32^\circ$ sous l'horizontale (ant.)

- Pour avoir la situation humaine "moyenne" et non plus "maximale", il suffit de remplacer dans les calculs précédents 60 par 53,16 chiffre de l'angle thyridien moyen, c'est-à-dire, en passant à la droite centro-ampullaire : 66 par $53,16 + 6 = 59,16$.

- Quant à la situation de la droite centro-iniaque (passant par l'inion) et, de la parallèle au foramen magnum, nous avons vu que chez l'Homme (et lui seul !) on ne pouvait pas les calculer directement à partir des précédents éléments, la valeur moyenne de ces angles sera donnée plus loin.

°
° °

VII - Etude statistique de l'angle thyridien chez l'Homme adulte. -

C'est en cette matière que notre participation personnelle a été la plus notable. Cet aspect statistique offre à considérer deux parties : l'étude de la moyenne, avec sa variabilité ; puis celle des corrélations relativement à d'autres paramètres du crâne humain adulte.

N°	a.th.	d/e	a.for.	a.hia.	L	perp. cliv.	angle: Cr.S.Ba	A.Planum -Clivus
A	57	1,40	13	75	176,5	45	I23	I09
B	52	0,75	15	86	180,6	41,5	I23,5	I07,5
C	52	1,09	16	82	200,5	54,5	I26	II5
D	52	I	6	76	179	49	I40	I25
E	57	1,25	9	84	184	47	I25	I07,5
F	52	0,88	17	69	181	50	I32	I26
G	46	1,10	12	74	176	55	I40	I32
H	51	0,69	11	87	189	44	I25	I08,5
I	53	0,67	9	79	185	48	I31	II2
J	52	0,92	6	71	176	47,5	I39	II2
K	53	0,83	14	79	165	40	I28	II0
L	50	1,06	18	70	182	58	I36	I25
M	53	1,35	25	62	184,5	66	I34	I24
N	55	0,53	8	84	195	43	I31	I07
O	54	1,02	13	76	167	52	I28	I24
P	50	1,69	30	62	183	54	I33	II2
Q	49	0,81	14	83	184	46	II5	97
R	56	0,97	9	78	174	56	I36	I22
S	51	0,82	20	73	178	48	I38	II6
T	51	0,53	10	87	182	41,5	I27	II3,5
U	52	1,28	20	65	180	49	I25	97
V	52	1,12	22	72	165	50	I26,5	III
W	51	1,28	24	66	182,5	58,5	I35	I22
X	59	0,67	14	86	184	42	I36	I21
Y	57	0,88	13	80	180	51	I28,5	II7
Z	58	1,30	25	68	173	54	I34	II7,5
AI	47	0,92	19	80	177,5	49,5	I35	I24
BI	52	0,96	19	74	180	53	I37	I25
CI	54	1,20	22	67	173	55	I37	I29
DI	55	0,66	13	78	189	41	I26	II9,5
EI	55	0,92	22	76	189	42	I29	II6
FI	52	0,84	6	84	192	52	I38	I21
GI	60	0,67	5	88	182	46	I41	II6
HI	47	1,35	8	78	173	50	I25	I09
II	51	0,77	12	75	178			
JI	57	1,20	16	81	191,5	53	I30	I27
MI	41	2,30	20	60	169	50,5	I35	II5
NI	61	0,52	8	80	185	47	I33	II5
OI	53	0,82	10	75	181	51	I40	II9
PI	49	0,78	5	87	184,5			
QI	55	1,25	16	81	190,5	53	I35	II3
RI	54	0,73	8	77	184	49	I33	III
SI	57	0,58	8	84	185	43	I35	II6
TI	59	0,60	8	90	185	38	II5	95
UI	51	1,44	28	68	190	51	I23	II0
VI	47	1,21	22	64	168	55	I32	II8
WI	52	0,75	14	78	180	35	I25	I08
XI	47	1,09	12	70	172	50	I38	II4
R'	54	1,12	20	78	175	47	I35	II0

Tableau I

Lim	X	f	$y = \frac{m - m_0}{g}$	$\theta \chi$	$\Delta \theta$	$\frac{\Delta \theta}{L}$	$49 \times \frac{\Delta G}{L}$
40			-3,17	0,9985			
	41	1			0,0065	0,0032	0,1568
42			-2,68	0,9920			
	43	0			0,020	0,010	0,490
44			-2,20	0,9720			
	45	0			0,057	0,028	1,372
46			-1,72	0,915			
	47	5			0,130	0,065	3,185
48			-1,24	0,785			
	49	2			0,232	0,116	5,684
50			-0,76	0,553			
	51	8			0,340	0,170	8,33
52			-0,27	0,213			
	53	14			0,372	0,186	9,114
54			+0,20	0,159			
	55	8			0,344	0,172	8,428
56			+0,68	0,503			
	57	6			0,251	0,125	6,125
58			+1,16	0,754			
	59	3			0,145	0,0725	3,5525
60			+1,64	0,899			
	61	2			0,067	0,0335	1,6415
62			+2,13	0,966			

TABLEAU II

A) - Caractères statistiques de l'angle thyridien humain adulte. -

Dans le tableau I que nous proposons, les mesures propres à chacun des 49 crânes humains (sexe non précisé) sont détaillées (colonne : a.th). La figure 16 montre l'histogramme de la répartition des fréquences, les écarts de classes sont de 2 degrés.

On peut estimer qu'il s'agit d'une distribution à une seule classe modale (malgré le petit clocher situé à 47° et qui n'est très probablement pas significatif), classe où d'ailleurs se situe la moyenne. Les extrêmes sont : 41° et 61° .

La moyenne a été calculée en nous basant sur la distribution des fréquences, l'approximation obtenue est fort bonne ; en effet, le chiffre est de $53,16^{\circ}$ (1), alors qu'un calcul direct de la moyenne, sans passer par la distribution de fréquence, est de $52,76$. C'est le premier chiffre qui sera retenu, pour faciliter le calcul du coefficient de corrélation (cf. plus loin). La variance est de $17,23$ et le sigma, de $4,15$. La valeur S_m est de $0,6$ avec une sécurité de 99% .

Les limites de l'intervalle de sécurité de la moyenne sont donc de : $53,16 \pm (2,6 \times 0,6)$, à savoir de $51,6^{\circ}$ et $54^{\circ}7$.

La courbe normale a été ajustée à la distribution (fig. 16) de la manière indiquée sur le tableau 2 en utilisant au passage les données numériques de la courbe normale réduite. On observe que cette courbe est légèrement plus étalée dans le sens des angles thyridiens faibles, que dans l'autre.

(1) Les angles sont ici en degrés et fractions décimales de degré, pour simplifier !

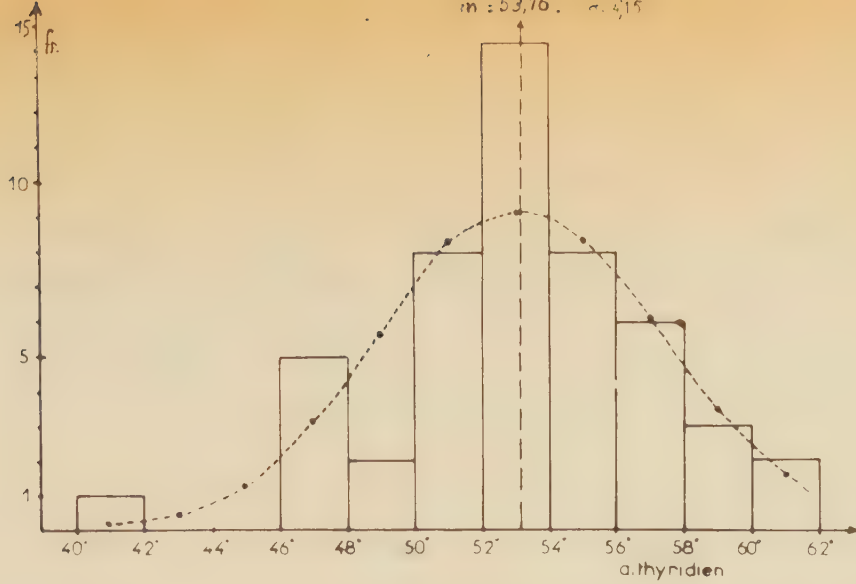


Fig. 16

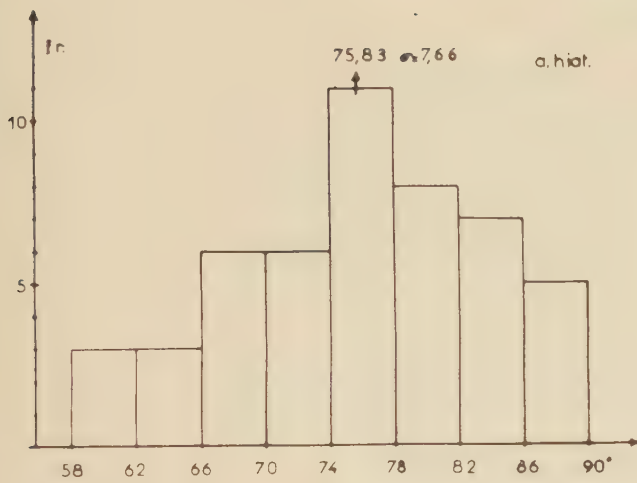


Fig. 17 A

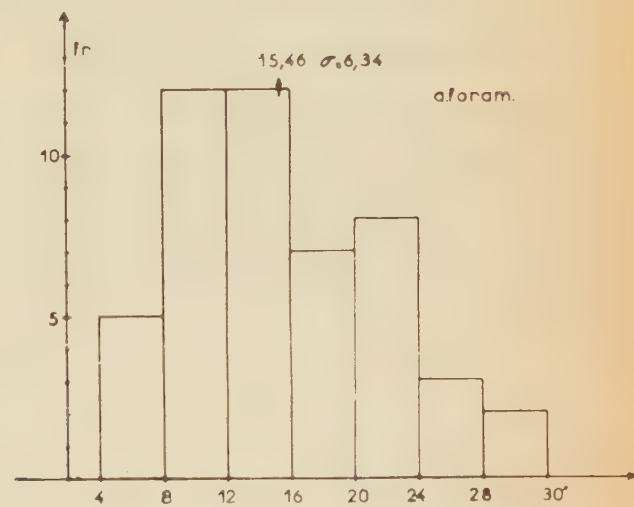


Fig. 17 B

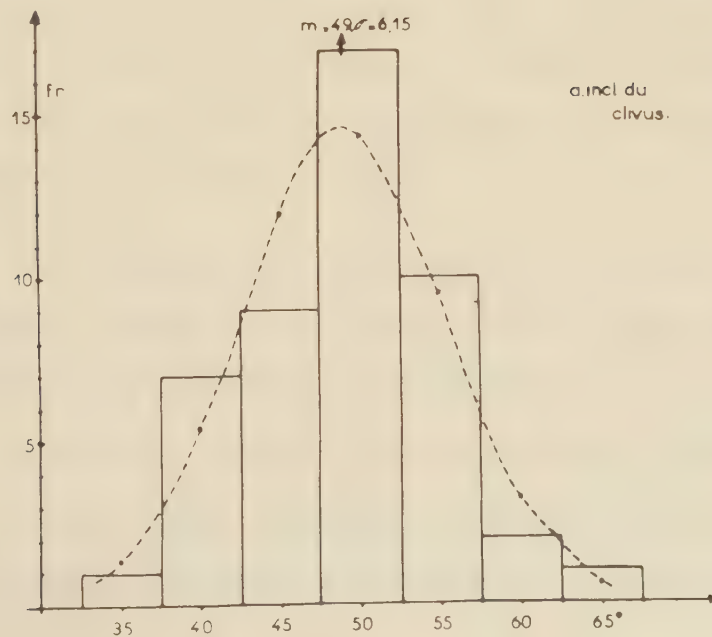


Fig. 17 C

La kurtosis de la distribution peut être apprécié par la valeur $\gamma_2 = \frac{1}{\sigma^2} - \frac{6}{n}$ qui est ici : -0,064. Ce chiffre étant négatif, la courbe est plus "aplatie" que la courbe normale pour laquelle $\gamma_2 = 0$ (c'est-à-dire pour laquelle le σ serait égal à $\sqrt{\frac{n}{6}} = 2,8$). La distribution est donc "platykurtique".

Lorsqu'on compare notre résultat à celui des autres auteurs on s'aperçoit que la valeur 60° (de Saban) est près du maximum, ainsi que cela a déjà été dit. Par contre l'angle caniculo-fenestral de Sercer, valant 90°, l'angle thyridien correspondant est aussi de 180 - 90 = 90°, c'est-à-dire situé à $\frac{90 - 53,2}{4,15} =$ approximativement 9 σ du point moyen de notre série, il n'a aucune chance d'être valable (la valeur de 3 σ correspondant déjà à une chance pratiquement nulle !). Cette divergence dans les résultats provient du fait que Sercer repère la direction thyridienne, par rapport à la direction zygomatique or, celle-ci varie dans les axes vestibulaires.

B/ - Etude des corrélations. -

Celles-ci ont été recherchées chez l'homme adulte de notre série, entre l'angle thyridien d'une part, et 7 autres paramètres d'autre part, également pris sur la même série de crânes. Parmi ces derniers, 5 ont déjà été définis à propos des angles caractéristiques considérés au cours de l'étude phylogénique ; les deux autres sont : une longueur et un rapport (fig.5).

L est la longueur maximale du crâne, (celle qu'on prend classiquement lorsqu'on veut établir l'indice céphalique), elle est mesurée entre la glabelle et l'opisthocrânion.

d/e est un rapport entre deux valeurs angulaires :

d est l'angle compris entre le rayon joignant le centre des axes vestibulaires au Bregma, et la partie sus-vestibulaire du plan vertico-frontal.

e est l'angle compris entre le rayon joignant le centre des axes vestibulaires au Lambda, et la même partie sus-vestibulaire du plan vertico-frontal.

Les 7 paramètres de référence n'ont pas été choisis au hasard, au contraire, ils ont été sélectionnés à cause des renseignements qu'ils ont déjà pu fournir à d'autres points de vue, dans divers travaux antérieurs du Laboratoire, et au cours desquels ils se sont révélés être davantage significatifs que d'autres également mis à l'épreuve.

La phylogénèse nous a montré l'importance primordiale de la "bascule cérébelleuse," dont l'étude des angles : hiatique et foraminien fournit un très bon critère. Peut-on retrouver dans la variabilité humaine, des relations entre cette bascule et un degré plus marqué de rotation de la droite thyridienne, comme la logique amène à le penser ?

De semblables considérations évolutives nous conduisent à rechercher un certain parallélisme entre les mouvements de la direction thyridienne, dans la variabilité humaine adulte, et le degré de "brisure de la base", à partir de l'étude des angles de la base et de celle de la perpendiculaire au clivus.

Par ailleurs, il a pu être montré, au cours de la variation, que la longueur maximale était un bon critère auquel on pouvait se référer, pour rechercher la variabilité d'autres éléments crâniens, et qu'il en était de même pour le rapport d/e. D'autres données plus classiques, telles que le volume endocrânien, l'indice céphalique, la largeur maximale... etc, se sont au contraire montrées très décevantes, c'est pourquoi nous les avons ici écartées d'emblée.

Lim	X	f	$\chi = \frac{L - L_0}{L}$	H Y	$\Delta \theta$	$\frac{\Delta \theta}{L}$	$47 \times \frac{\Delta \theta}{L}$
32,5			-2,68	0,9926			
	35	I			0,0562	0,028I	I,3207
37,5			-I,86	0,9364			
	40	7			0,2304	0,II52	5,4I44
42,5			-I,05	0,706			
	45	9			0,5I66	0,2583	I2,060I
47,5			-0,24	0,I894			
	50	I7			0,6I42	0,307I	I4,4337
52,5			+0,56	0,4248			
	55	IO			0,4072	0,2036	9,5692
57,5			+I,38	0,832			
	60	2			0,I392	0,0696	3,27I2
62,5			+2,I9	0,97I2			
	65	I			0,026I	0,0I305	0,6I335
67,5			+3	0,9973			

TABLEAU III



Sans pouvoir nous étendre exagérément, rappelons succinctement les résultats notables déjà acquis par ailleurs. Lorsque le crâne voit sa longueur totale augmenter (dans le cadre d'une variation chez l'adulte), celle-ci le fait surtout par l'arrière, car l'avant crâne est beaucoup plus constant. Dans les mêmes conditions la hauteur tend à augmenter, la bascule cérébelleuse à se préciser et le pariétal recule dans les axes vestibulaires (d/e diminue). La base du crâne s'avère donc être plus fixe que la voûte, et l'avant-crâne davantage que l'arrière-crâne.

Connaissant ces quelques données préalables, il nous sera maintenant plus commode de comprendre avec quoi il était "logique" de rechercher une variation de l'angle thyridien.

Toutes les valeurs ayant servi à ce travail peuvent être lues dans le tableau I.

1) Angle hiatique. -

La répartition des fréquences de la valeur de l'angle hiatique est représentée par l'histogramme de la figure 17 A. Les valeurs extrêmes trouvées sur notre série sont 60° et 90° . La moyenne est $75^{\circ}33$ et le sigma = 7,66. $S_m = 1,1$ et les limites de l'intervalle de confiance de la moyenne sont 72,97 et 78,69.

La figure 18 montre la répartition des valeurs de l'angle hiatique (en ordonnées), en fonction de celles de l'angle thyridien (en abscisses). Le coefficient de corrélation trouvé est de + 0,34, donc positif et significatif, puisque supérieur au chiffre 0,28 (ainsi que cela a déjà été dit). La droite représentant cette régression est tracée à l'aide de la formule : $y = + 0,63 x + 42,34$ qui a pu être établie. On peut conclure de cela que lorsque l'angle hiatique augmente, l'angle

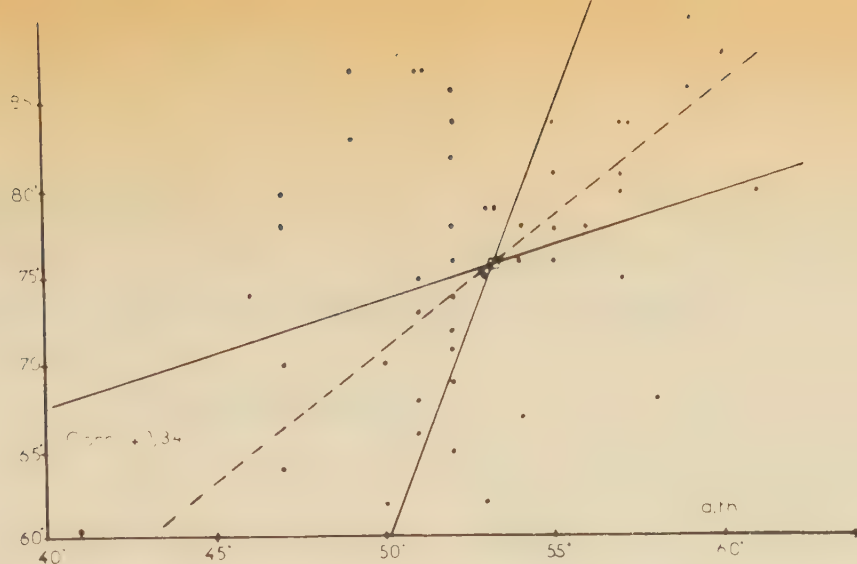


Fig. 18

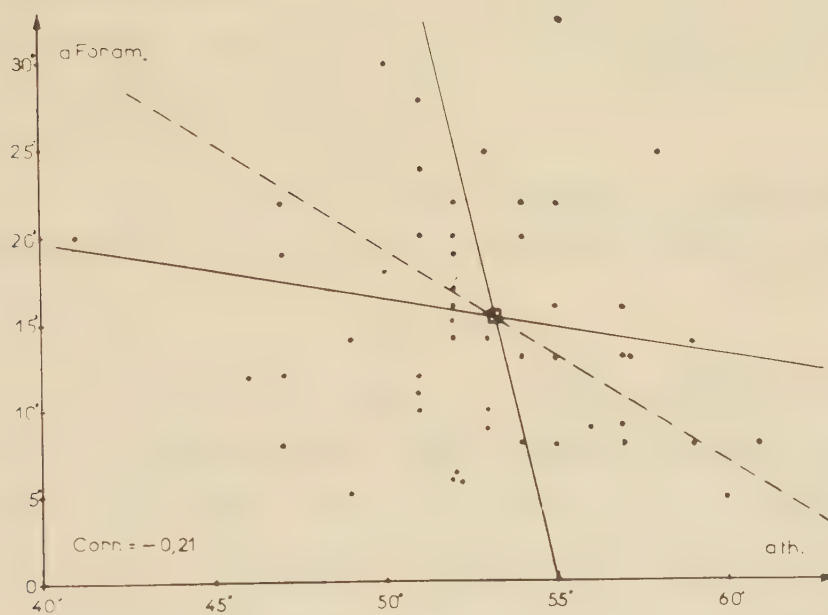


Fig. 19

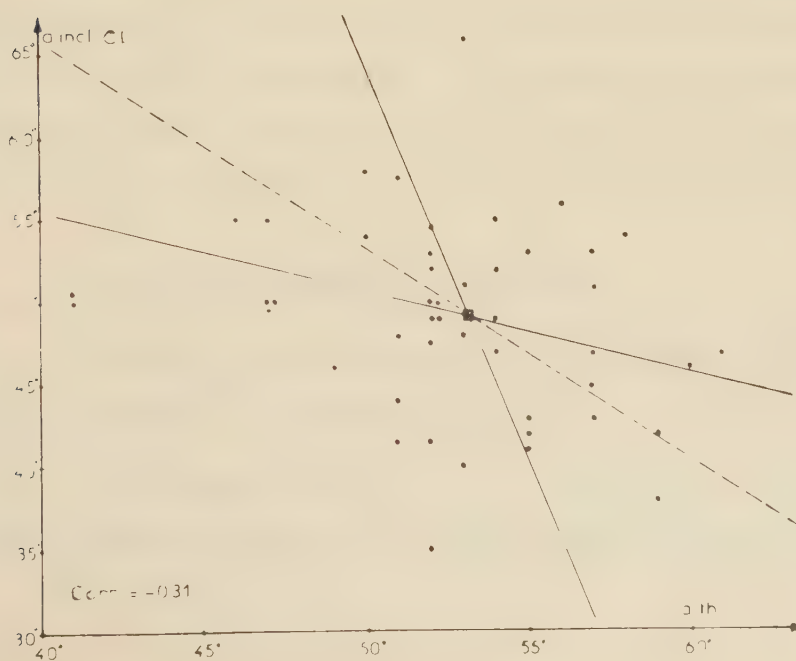


Fig. 20

thyridien augmente. Celà reproduit donc dans le cours de la variabilité humaine chez l'adulte, le même phénomène général déjà décrit à propos de l'évolution phylogénique des Mammifères.

2) Angle foraminien. -

L'histogramme de la figure 17 B montre une répartition assez régulière des fréquences, depuis la limite inférieure (5°) jusqu'à la limite supérieure (30°), avec toutefois une certaine tendance au regroupement des valeurs vers les angles plus faibles (correspondant aux trous occipitaux les plus horizontalisés). La moyenne est de $15^{\circ}46$ et le sigma est de 6,34.

$S_m = 0,91$ et les limites inférieure et supérieure sont respectivement de $13^{\circ}10$ et de $17^{\circ}82$ pour l'intervalle de confiance de la moyenne.

A partir de la figure 19, il a été possible de calculer le coefficient de corrélation entre l'angle thyridien (toujours en abscisses comme dans les autres figures de ce genre) et l'angle foraminien, le coefficient est de 0,21, donc pas très significatif ; mais il est à remarquer que le signe étant négatif, cela signifie que : lorsque l'angle foraminien diminue (ce qui se produit lorsque l'angle hiatique augmente, par le fait de la bascula cérébelleuse !) L'angle thyridien augmente. Celà est donc, encore une fois, en accord avec les faits phylogéniques. La droite de régression est ici donnée par la formule : $y = 0,32 + 32,47$.

3) Angle d'inclinaison du clivus. -

(mesuré par la perpendiculaire à cette direction, comme cela était précisé et représenté (fig.5).

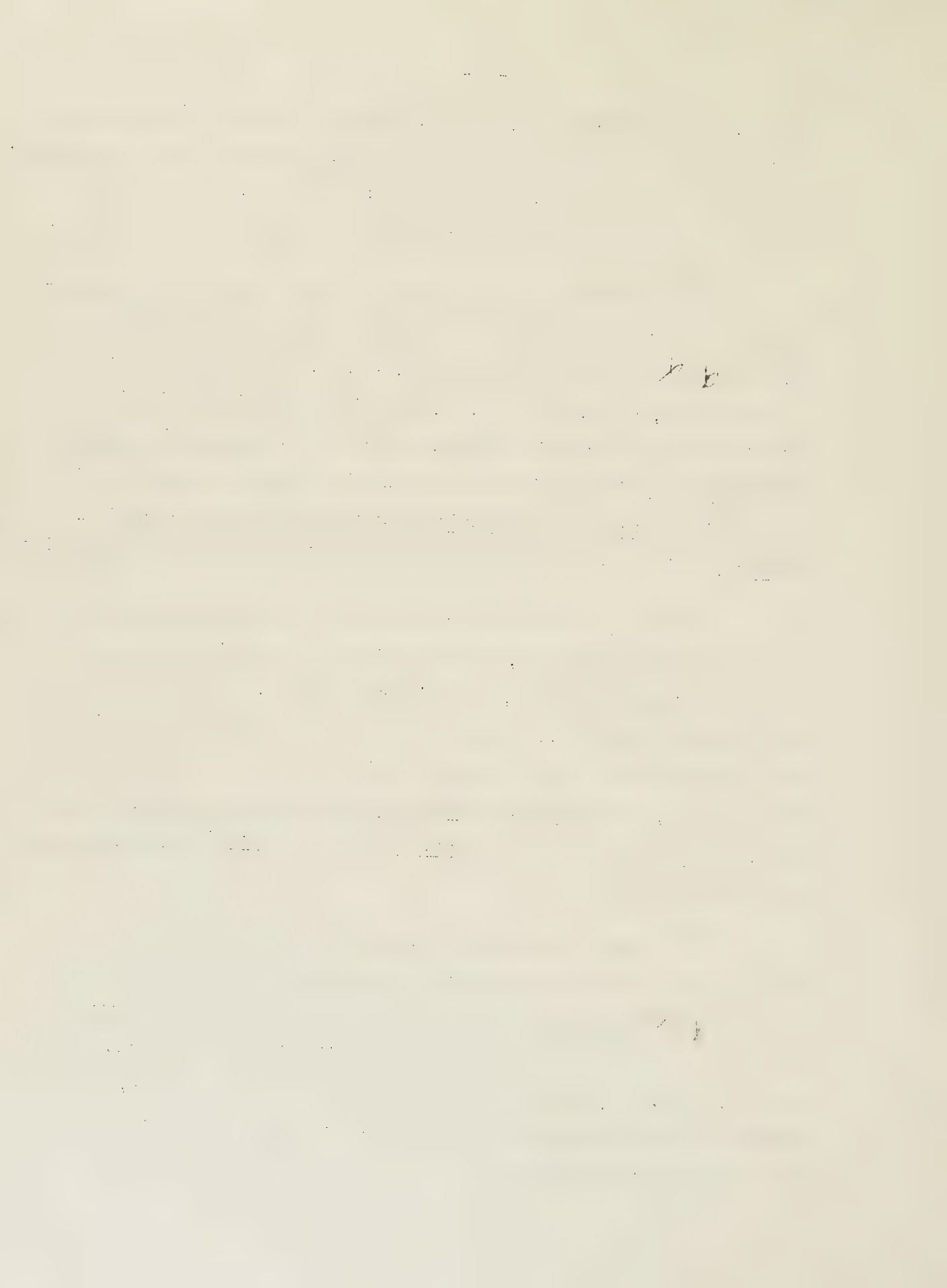
L'histogramme (fig. 17 C) montre une symétrie presque parfaite dans la distribution des fréquences autour de la moyenne : 49°

L'écart-type est de: $\sigma = 6,15$. $S_m = 0,88$ et les limites de l'intervalle de confiance de la moyenne sont 46,72 et 51,28. Quant aux valeurs extrêmes, rencontrées dans la série, elles sont de : 35° et 66°. Le tableau III permet la construction de la courbe normale adaptée à l'histogramme.

Sur la figure 20, les couples de points (angle de la perpendiculaire au clivus, en fonction de l'angle thyridien) permettent de calculer le coefficient de corrélation : - 0,31, et de tracer la droite de régression, $y = 0,46 x + 73,45$. Le chiffre est ici significatif et le fait d'avoir une corrélation négative montre que, lorsque l'angle thyridien augmente, l'angle d'inclinaison du clivus diminue, c'est-à-dire que le clivus à tendance à devenir davantage oblique en bas et en arrière, fait également observable dans la lignée évolutive mammalienne.

Ainsi, pour résumer les éléments d'observation apportés par ces trois corrélations, il est possible de dire qu'une plus grande valeur de l'angle thyridien, chez l'Homme adulte, va de pair avec un angle hiatique plus fort, un angle foraminien plus faible et un clivus plus "redressé", tous trois éléments faisant partie de la fosse cérébelleuse ; donc, une plus grande rotation cérébelleuse, dans le sens "positif", s'accompagne d'une plus grande rotation de la direction thyridienne dans le même sens.

Le tracé des droites de régression $y = f(x)$ permet de dire que, pour une augmentation de l'angle thyridien de 22° (de 40 à 62), l'angle hiatique augmente de 13° (de 68 à 81) ; l'angle foraminien diminue de 7°5 (de 20 à 12,5) et l'angle d'inclinaison du clivus de 11° (de 55,5 à 44,5). Mais de tels chiffres doivent être discutés, et l'ampleur des trois derniers est inférieure à celle du premier à cause de la dispersion des points !



Lim	X	f	$\chi = \frac{Lim - m}{h}$	$\theta \chi$	$\Delta \theta$	$\frac{\Delta \theta}{2}$	$47 \times \frac{\Delta \theta}{2}$
II2			-2,9	0,996			
	II4	2			0,017	0,0085	0,3995
II6			-2,3	0,979			
	II8	0			0,068	0,034	1,598
I20			-1,7	0,911			
	I22	3			0,182	0,091	4,277
I24			-1,1	0,729			
	I26	9			0,311	0,155	7,285
I28			-0,55	0,418			
	I30	7			0,450	0,225	10,575
I32			+0,04	0,032			
	I34	13			0,446	0,223	10,481
I36			+0,64	0,478			
	I38	9			0,292	0,146	6,862
I40			+1,2	0,770			
	I42	4			0,158	0,079	3,713
I44			+1,8	0,928			

TABLEAU IV

Lim	X	f	$\chi = \frac{Lim - m}{h}$	Ox	$\Delta \theta$	$\frac{\Delta \theta}{2}$	$47 \times \frac{\Delta \theta}{2}$
92,5			-2,81	0,9936			
	95	3			0,0224	0,0112	0,5264
97,5			-2,18	0,9704			
	100	0			0,0830	0,0415	1,9505
102,5			-1,57	0,8874			
	105	1			0,2294	0,1147	5,3909
107,5			-0,95	0,658			
	110	14			0,3992	0,1996	9,3812
112,5			-0,33	0,2588			
	115	11			0,4792	0,2396	11,2612
117,5			+0,28	0,2204			
	120	8			0,4116	0,2058	9,6726
122,5			+0,90	0,632			
	125	8			0,2392	0,1196	5,6212
127,5			+1,52	0,8712			
	130	2			0,096	0,048	2,256
132,5			+2,14	0,9672			

TABLEAU V

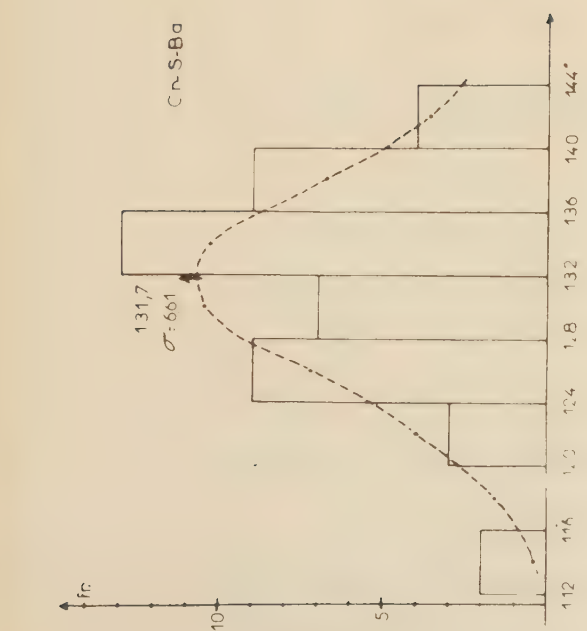


Fig. 21 A

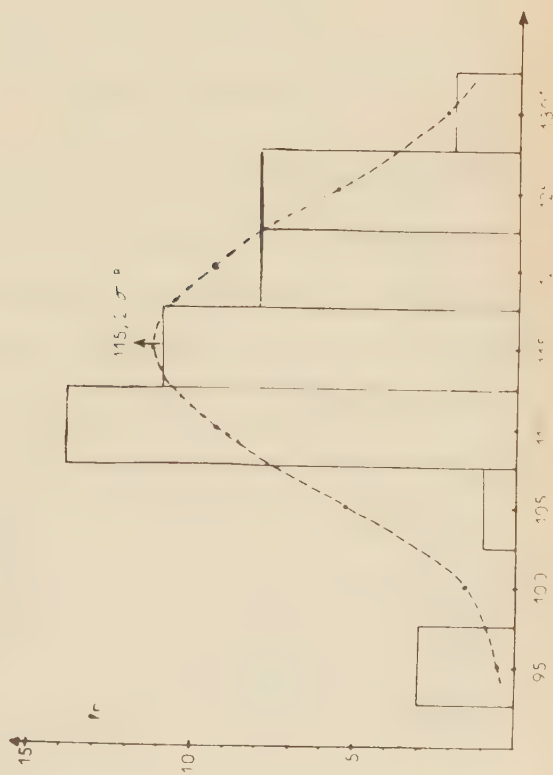


Fig. 21 B



Fig. 22

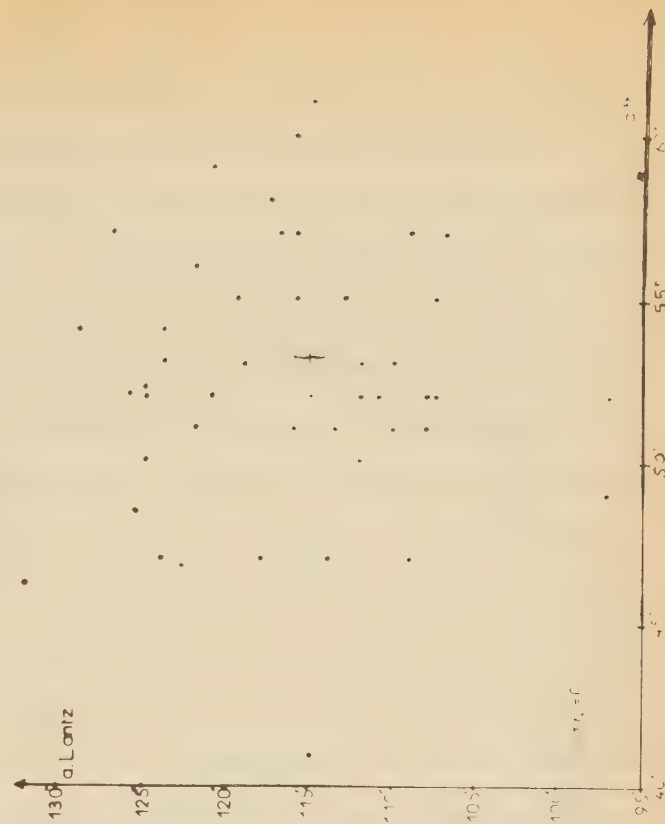


Fig. 23

Il ne faut pas oublier que le bord "tentorial" du rocher (celui où s'attache la tente du cervelet) fait partie intégrante de la loge cérébelleuse et en suit les mouvements, comme cela a pu être montré ailleurs. D'autre part, le processus jugulaire de l'occipital est intimement engrené avec une facette correspondante du bord "occipital" du rocher. (Les appellations "tentorial" et "occipital" appliqués à certains bords pétreux sont meilleures que les dénominations classiques impliquant une position dans l'espace, à cause précisément de la variation phylogénique de cette position). La face "tentoriale" du rocher subit donc directement les impulsions de la loge cérébelleuse en mouvement. Le canal semi-circulaire postérieur se trouve dans le plan de cette face. Il n'est donc pas étonnant de voir ce canal, et notamment sa portion ampullaire évoluer de la même manière ; et on peut admettre que la rotation de cette région du labyrinthe, (portion ampullaire du canal postérieur) entraîne à son tour les portions de la capsule otique, susceptibles de variations (c'est-à-dire la totalité, sauf les canaux : externe et supérieur).

5) - Les angles de la base du crâne. -

Deux angles différents ont été considérés :

a) L'angle : point criblé antérieur - centre de la fosse pituitaire - basion.

L'histogramme (fig. 21 A) montre une répartition (peut-être ?) bi-modale. Mais faute d'être certain de l'existence de deux sommets l'ensemble a été regardé comme un groupe homogène. La moyenne est : 131,7 avec $S_m = 0,95$. La limite inférieure de l'intervalle de confiance est : 129,3 et la limite supérieure : 134,1. Les valeurs extrêmes trouvées (tableau I) sont 115° et 141° $\sigma = 6,64$.

Cet angle de la base du crâne, bien que moins classique que celui qui sera étudié ensuite, est d'un repérage plus rigoureux. Le tableau 4 permet de calculer la courbe normale ajustée.

La corrélation obtenue entre cet angle sphénoïdal et l'angle thyridien est positive mais très faible, donc non significative (+ 0, 043) (fig.22).

b) L'angle planum-clivus (ou angle sphénoïdo-clivique de LANDZERT).

L'histogramme (fig. 21 B) est assez irrégulier, et la moyenne (115,2) n'est pas dans la classe modale (de 107,5 à 112,5), les valeurs s'étendent de 95° à 132°. L'écart-type est de 8,06 ; $S_m = 1,16$; limites de l'intervalle de confiance de la moyenne : 112,2 et 118,2.

Le tableau 5 est relatif à l'établissement de la courbe normale adaptée. La figure 23 étudie les corrélations entre l'angle planum-clivus, et l'angle thyridien. Le coefficient est nul (+ 0, 0002).

Comparons en passant, notre moyenne de 115,2 avec les chiffres proposés par Gisela PANKOW. (B.48) Celle-ci étudie l'évolution de l'angle sphénoïdo-clivique humain, en fonction de la taille (taille totale, puis taille assise). Elle montre que l'angle, après avoir augmenté légèrement chez le fœtus humain, diminue jusqu'à une valeur adulte de 104° chez l'Homme, et 112° chez la femme. Notre chiffre est supérieur au précédent (série différente, sexes mêlés et individus dont une portion non négligeable est sénile!). Pour 115°, PANKOW donne pour les Hommes, une probabilité de 11 % et pour les femmes, de 59 %, pour que ce chiffre soit valable.

c) Interprétation

Le fait de trouver un coefficient de corrélation nul ou non significatif pour nos angles de la base, comparés à l'angle thyridien,

contraste avec celui de trouver un coefficient négatif et significatif en ce qui concerne l'angle d'inclinaison du clivus. Cela doit être interprété selon nous, de la manière suivante :

Dans la base du crâne (en section sagittale), la portion postérieure (clivus) suit nettement la destinée de la loge cérébelleuse ; par contre la partie antérieure, quelle que soit la façon de l'envisager, est tout à fait indépendante de celle-ci, et est liée essentiellement à un facteur facial. MM. DELATTRE et FENART ont montré que la face et le neuro-crâne obéissaient à des lois différentes, tant dans l'évolution phylogénique que pendant la croissance. Il est logique de penser qu'il doit en être de même au cours de la variation humaine adulte : il y a des cas où la face est plus ou moins haut située dans les axes, ce qui entraîne dans le même sens le crible ethmoïdal (et le point Cr. a.); Il est également possible qu'interviennent en cela des différences sexuelles. C'est un point qu'il conviendra d'éclaircir à l'avenir.

6) Rapports avec la longueur du crâne (L).

Sur la même série de crânes que pour les angles thyridiens, la longueur a été mesurée (tableau I). La répartition des fréquences est donnée (fig.24 A), où un seul sommet net existe. La moyenne trouvée est 131,2 mm, le $\sigma = 6,06$ et $S_m = 0,37$.

Intervalle de confiance : entre 128,9 et 133,5 ; extrêmes : 165 et 200.

La fig.25 montre la relation entre la longueur et l'angle thyridien. Le coefficient est + 0,33. Donc il existe une corrélation positive et nettement significative entre les deux paramètres étudiés, et, lorsque la longueur du crâne est grande, l'angle thyridien l'est aussi. Le tracé des droites de régression et de leur bissectrice,

montre que l'on peut estimer que pour une augmentation de 35 mm de longueur maximale, l'angle thyridien augmente de 20° .

7°) Rapports, avec la position du pariétal dans les axes vestibulaires.

Cette situation, explicitée par la fraction : d/e est figurée en 24 B; On y voit que la répartition est assez groupée, de 0,52 à 1,69, si l'on excepte une seule valeur (2,3) ! La moyenne est l'unité (0,9989) ce qui signifie que, sur les dessins de la voûte du crâne "moyen", le bregma et le lambda sont à même écartement angulaire de la verticale vestibulaire. C'est une position d'équilibre par excellence (jamais obtenue chez aucun autre Mammifère !), à partir de laquelle on conçoit bien les variations possibles : glissement du pariétal vers l'avant ou vers l'arrière.

L'intervalle de confiance est, pour la moyenne, de : 0,9 et 1,1 avec un S_m de 0,04 et un σ de 0,33.

La corrélation avec l'angle thyridien est calculée à l'aide de la figure 26 : le chiffre obtenu est - 0,41 don c négatif et très significatif (plus de 99 % de chance). Donc, quand le pariétal est en situation reculée dans les axes, l'angle thyridien a une valeur augmentée.

Les droites de régression et leur bissectrice montrent que pour une augmentation de 20° de l'angle thyridien (de 40° à 60°), le rapport d/e diminue de 2,1 à 0,4. (C'est-à-dire que la partie pariétale pré-vestibulaire passe par rapport à la partie pariétale rétro-vestibulaire, du double à la moitié environ).

L'interprétation des deux derniers résultats, est très instructive, elle montre que, dans la variabilité humaine adulte,

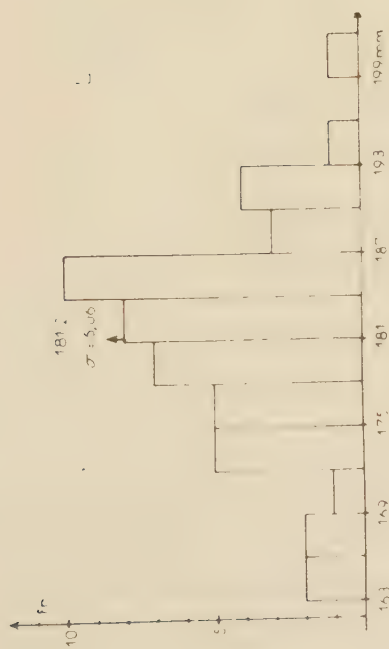


Fig. 24 A

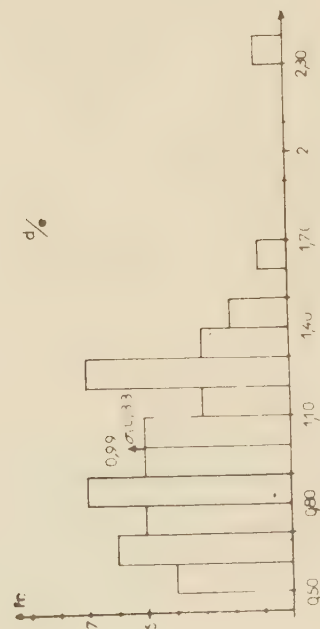


Fig. 24 B

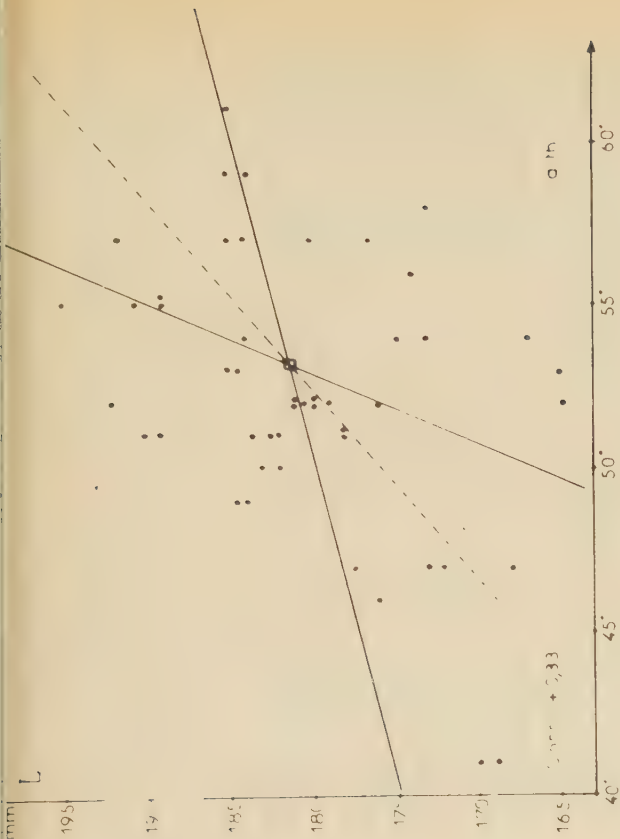


Fig. 25



Fig. 26

lorsque le crâne est long, c'est-à-dire quand le pariétal est relativement reculé dans les axes, (résultats établis par les travaux antérieurs du Laboratoire), et que la bascule cérébelleuse est plus accusée, l'angle thyridien est fort. Cela concorde avec les données phylogéniques ; et, à ce point de vue, tout se passe comme si l'Homme adulte pouvait présenter un degré plus ou moins marqué de rotation "positive", autour d'une position moyenne, position qui correspond à une véritable situation d'équilibre puisque dans ces conditions, le pariétal est strictement séparé en deux portions angulairement égales. Cela suggère pour la voûte du crâne humain, une fin d'évolution phylogénique, par acquisition d'une forme équilibrée, et les variations autour de cette position d'équilibre n'auraient alors aucune valeur évolutive ! D'autres arguments appuient ce point de vue, mais il serait trop long de s'y étendre présentement.

C/ Comparaison des variances.

Il est intéressant, pensons-nous, de revenir ici sur la variabilité des divers paramètres angulaires considérés afin d'en comparer les variances. Rappelons ces valeurs :

- angle thyridien $(4, 15)^2$
- angle foraminien $(6, 34)^2$
- angle hiatique $(7, 66)^2$
- angle d'inclinaison du clivus $(6, 15)^2$
- angle Cr-S-Ba $(6, 64)^2$
- angle planum-clivus $(8, 06)^2$

Nous voyons que la variance de l'angle thyridien est la plus faible de toutes celles calculées, les autres étant relativement proches les unes des autres : de $(6, 15)^2$ à $(8, 06)^2$.

Dans le but de comparer la variabilité de l'angle thyridien à celle de tous les autres angles, il convient d'abord de se demander si, entre les cinq dernières mesures, les variances sont significativement différentes. Pour ce faire, choisissons les deux valeurs extrêmes de cette série de 5 et faisons : $F = \frac{(8,06)^2}{(6,15)^2} = 1,71$.

Pour un effectif de 49 et une sécurité de 99 %, la table de SNEDECOR donne un chiffre de 1,96.

F étant inférieur à 1,96, la différence est donc non significative (mais elle l'est à 95 % où le tableau indique 1,64).

Si nous comparons maintenant la variance de l'angle thyridien à celle de tous les autres angles (dont on prend la moyenne, puisqu'ils sont tous comparables) à savoir : $(6,97)^2$, la valeur F est ici de : $\frac{(6,97)^2}{(4,15)^2} = 2,82$, donc bien supérieure à la fois à 1,64 et 1,96.

La différence de ces variances est ainsi très significative.

Ce paragraphe confirme ce qui a été démontré, à la fois par l'étude phylogénique et par les tracés des droites de régression, à savoir que l'angle thyridien, s'il évolue dans le même sens que les autres éléments angulaires (et notamment ceux de la loge cérébelleuse), varie moins que ces éléments chez l'Homme adulte, ce qui se traduit par une "variance" moindre. On y retrouve là les séquelles du "blocage labyrinthique évolutif", les portions mobiles du labyrinthe se fixant avant les portions crâniennes postérieures.

VII - ETUDE DE L'ANGLE THYRIDIIEN DANS LES ONTOGENESES COMPAREES.

A/ - Rappel des principales données ontogéniques "vestibulaires."

Afin de bien comprendre le phénomène ontogénique au niveau des fenêtres du vestibule, un bref exposé des principaux résultats obtenus par l'orientation vestibulaire au cours de la croissance de la tête, est indispensable.

1) - Chez l'Homme : Il a été démontré que tous les points crâniométriques et surtout ceux de l'arrière-crâne évoluaient dans les axes vestibulaires, depuis le fœtus jusqu'à l'adulte, en décrivant des courbes à concavité postérieure ou inférieure, conduisant les éléments, en un mouvement rotatoire différentiel, dans le sens "horaire" (le crâne étant vu par le côté gauche). Ainsi, chez l'Homme, la rotation ontogénique est "positive", comme ce qui est observé durant la phylogénèse (fig.27, en haut).

2) - Chez les Primates : La rotation des mêmes éléments crâniens commence, dans les stades fœtaux et les stades jeunes, à se faire dans le même sens (positif) que chez l'Homme, puis elle s'inverse et les points tournent dans l'autre sens (anti-horaire sur la vue gauche du crâne). Ce mouvement a été nommé rotation "négative" (fig.27 en bas).

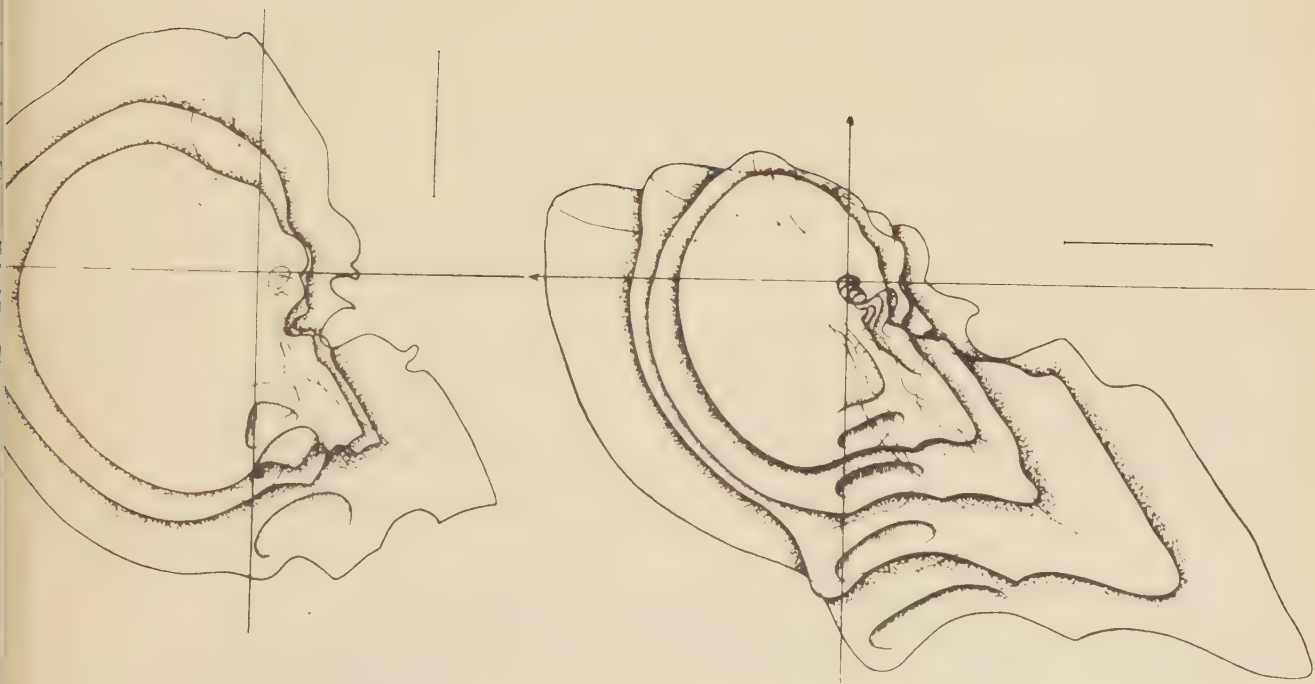


Fig. 27- En haut: ontogénèse vestibulaire humaine
 - En bas : ontogénèse vestibulaire du Gorille
 Noter la destinée différente de l'arrière-crâne

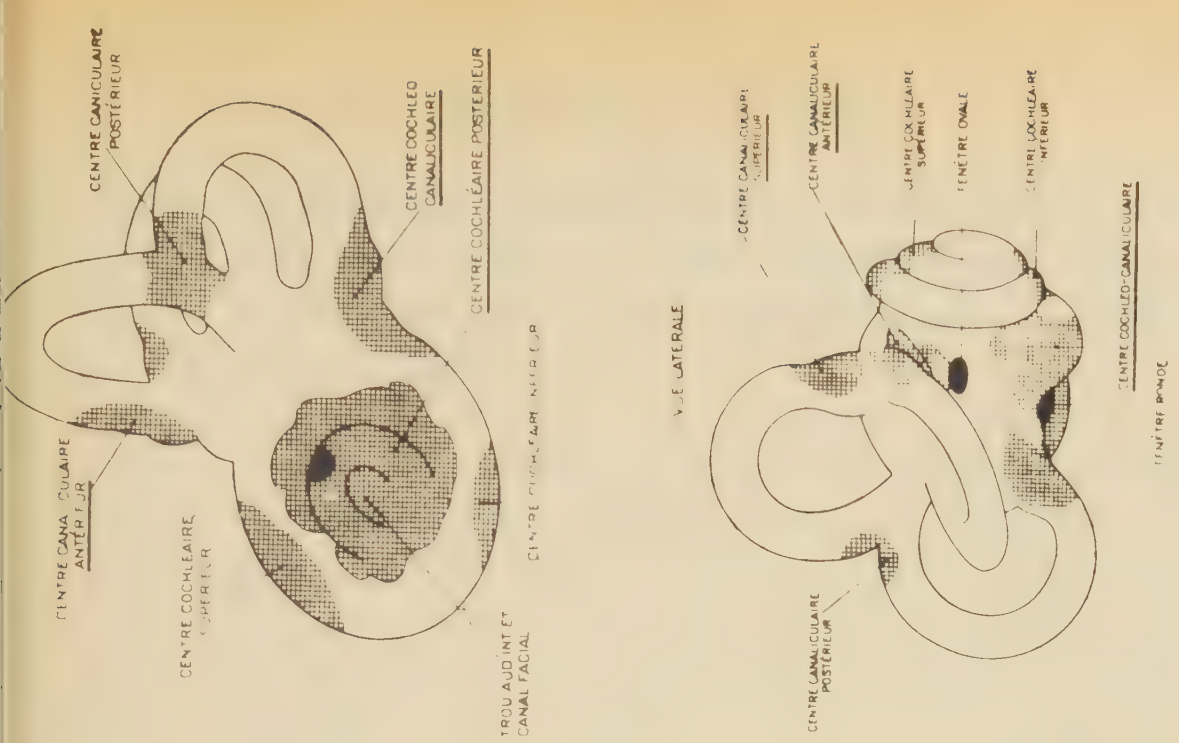


Fig.28 - Principaux centres d'ossification de la capsule otique , d'après Augier. (reproduite d'après Sercer).

3) - Chez les Mammifères quadrupèdes. -

(du moins chez ceux étudiés jusqu'à présent), les lois sont les mêmes que pour les Primates, à savoir : rotation positive d'abord et négative ensuite, mais avec une phase positive très effacée, et parfois même quasi-inexistante (rat).

En somme, pour résumer ces résultats selon MM. DELATTRE et FENART, il faut considérer l'existence simultanée de deux tendances au cours de l'évolution mammalienne : l'une positive et l'autre négative, la seconde allant en diminuant pendant que la première augmente jusqu'au stade humain où la tendance négative s'est totalement annulée au profit de l'autre. Ceci est encore un argument en faveur de l'acquisition pour le crâne humain, d'un certain état d'équilibre, (fin d'évolution) (cf. B. 18).

Au niveau des fenêtres du labyrinthe, ces phénomènes rotatoires ontogéniques peuvent-ils être retrouvés ? C'est à cette question que nous allons maintenant tenter de répondre.

B/ - Ontogénèse thyridienne chez l'Homme. -

1) Rappels embryologiques. (fig.28). -

La capsule otique s'ossifie à partir de trois centres principaux : cochléo-canaliculaire, canaliculaire-antérieur et canaliculaire postérieur. La première apparition d'un centre d'ossification s'observe chez l'embryon de 110 mm (17 semaines et demie).

La fenêtre ronde est complètement circonscrite à 157 mm (18 semaines). La fenêtre ovale est fermée complètement à 175 mm (19 semaines).

Le canal semi-circulaire externe s'ossifie chez l'embryon de 180 mm (20 semaines), et le labyrinthe forme un bloc osseux complet à 200 mm (21 semaines) (AUGIER B.2).

La cochlée est complètement formée avant le vestibule, celui-ci avant les canaux, et les canaux avant la région mastoïdienne.

2) -Rappels histogéniques.-

L'ossification du labyrinthe ne se produit pas avant que la grandeur définitive de celui-ci ait été acquise (BAST B.3, 4 et de BEER B.8) et la taille définitive s'obtient (STREETER B.55 à 58) par un phénomène de dédifférenciation, alors que la capsule est encore au stade cartilagineux. Le cartilage peut devenir érodé, se transformer en procartilate, puis en mésenchyme.

3) - Etude de la rotation thyridienne.-

Les modifications angulaires que nous avons observées peuvent s'expliquer grâce à ce qui précède : l'angle thyridien, ainsi que le fait observer SERCER, n'est véritablement mesurable qu'à partir de l'instant où le labyrinthe est totalement ossifié (5e mois foetal). Cet angle, avant ce moment est assez fort (52°). Puis chez l'embryon âgé, on observe une légère diminution du chiffre (45 à 48°). Ce changement de forme accompagne donc le changement de taille (devenue définitive grâce aux dédifférenciations du cartilage), il s'explique aussi par la formation du vestibule avant les canaux, (et notamment le canal latéral).

Par la suite, à partir du moment où la capsule otique est ossifiée totalement, et jusqu'au stade adulte, le chiffre de l'angle thyridien ne présente plus guère de grands changements, tout au plus, une augmentation moyenne d'une dizaine de degrés ! L'angle thyridien

paraît donc bien augmenter dans l'ontogénèse, mais nous sommes bien loin des chiffres donnés par SERCER, pour qui, l'angle serait d'abord nul (!), puis passerait, du fœtus âgé à la naissance, de 40° à 50° ; et du nouveau-né à l'adulte, de 50° à 90° ! (en passant par 55° pour 5 ans, 62° pour 10 ans, 67° pour 15 ans).

Cette grande divergence dans les résultats vient du fait que SERCER a orienté les fenêtres d'après une technique dérivée (angle formé avec le plan zygomatique, lui-même "estimé" relativement au plan horizontal vestibulaire). Il n'en demeure pas moins vrai que la légère rotation ontogénique positive, à partir du fœtus de 5 à 6 mois, se fait sur une oreille interne osseuse, et nécessite quelques remaniements du tissu osseux de la capsule otique).

4) - Relations ontogéniques entre l'angle thyridien et l'angle hiatique. -

Il est intéressant de rapprocher l'évolution rotatoire de l'angle thyridien de celle de l'angle hiatique, car tous deux varient autour de l'axe transversal de PEREZ.

Négligeant les stades intermédiaires (à cause de la faible ampleur des mouvements des fenêtres), on peut schématiser les faits comme suit :

âge	a. thyridien	a. hiatique	Secteur angulaire
Fœtus 4 mois 1/2	52	50	92
fœtus 7 mois	45	58	77
enfant 7 mois	50	68	72
adulte moyen	53	77	66

L'angle thyridien évolue relativement peu, comme cela a déjà été dit, l'angle hiatique pendant ce même temps, augmente considérablement. Le secteur angulaire mesuré entre deux rayons (l'un rejoignant l'inion, l'autre mené parallèlement à la direction thyridienne diminue fortement au début, et plus lentement ensuite, (ses deux branches tournent dans le même sens positif, sauf pour le tout premier stade de l'angle thyridien !).

Dans la phylogénèse, nous avons montré l'existence d'un blocage rotatoire, des éléments mobiles, (à la fois du postéro-crâne et du labyrinthe), lorsque l'angle hiatique atteignait 53° . Dans l'ontogénèse humaine, on voit que lorsque cette valeur est atteinte (foetus de 6 mois environ), les faits sont un peu différents en ce qui concerne les fenêtres ; celles-ci évoluent encore de quelques degrés. Donc le blocage rotatoire n'est pas aussi net dans l'ontogénèse que dans la phylogénèse, les faits sont plus progressifs, mais la signification est la même puisque le postéro-crâne est ici aussi, beaucoup plus mobile que la direction thyridienne.

C/ - Ontogénèse thyridienne chez les Primates et les Mammifères quadrupèdes. -

1) Evolution des fenêtres. -

La rotation ontogénique étant régulièrement (sauf chez l'Homme), d'abord positive, puis négative pour l'arrière-crâne, il était intéressant de se demander si ces mêmes processus allaient apparaître au niveau de l'oreille interne, ou bien si les éléments labyrinthiques amenés en place par la phase positive, n'allaient pas en demeurer là et rester "insensibles" à la phase négative.

Entre ces deux alternatives, l'observation des faits a pu nous démontrer que c'était la première qui se vérifiait : de même que pendant la croissance humaine, l'angle thyridien des Primates et autres Mammifères, obéit au même type rotatoire que l'arrière-crâne, il évolue positivement dans les premières phases, lorsque l'inion s'abaisse, et négativement ensuite quand l'inion s'élève et tourne vers l'avant. Les chiffres suivants, de la valeur de l'angle thyridien, vont nous fournir une idée de ce processus à partir d'exemples précis.

	(foetus âgé : 47°
- Chimpanzé :	(individus jeunes : 50° (adultes : 44°
	(foetus : 20°
- Orang :	(naissance : 28° (adultes mâles (sauvages) : 25°
	(foetus : 34°
- Chat :	(jeunes (2 mois 1/2) : 38° (jeunes (3 mois) : 32° (adultes, mâles : 31°
	(très jeune : 23°
- Porc :	(jeune : 45° (sub-adulte : 22° (adulte : 17°

On note donc bien une phase croissante, puis une phase décroissante, celle-ci commençant chez l'individu très jeune.

2) - Relations avec l'arrière-crâne .-

De même également que dans la croissance humaine, l'amplitude évolutive de la direction thyridienne est plus faible que celle

des points de l'arrière-crâne comme nous allons le montrer avec les chiffres qui suivent. Donc, on ne retrouve pas dans les ontogénèses : humaine et comparées, le phénomène de l'angulation "constante", entre la direction thyridienne et d'autres éléments tels que le rayon se rendant à l'inion, comme cela a été décrit dans l'évolution phylogénique de tous les Mammifères (l'Homme excepté !). Cette quasi-constance (au sens biologique du terme), obtenue chez les adultes n'est que le résultat final de processus ontogéniques différentiels plus complexes.

Les relations angulaires du labyrinthe relativement au postéro-crâne, durant les ontogénèses précédemment évoquées, peuvent être représentées par les quelques chiffres qui suivent :

Valeurs de l'angle thyridien, de l'angle hiatique et du secteur angulaire compris entre les deux directions :

		angle thyridien	angle hiatique	secteur angulaire
Chimpanzé	foetus	47	53	84
	jeune	50	55	85
	adulte	44	35	99
Orang	foetus	20	33	77
	naissance	28	50	68
	adulte mâle	25	17	98
Chat	foetus	34	27	97
	adulte	31	22	99
Porc	très jeune	23	22	135
	jeune	45	7	142
	adulte	17	35	142.

On note partout une augmentation générale, ontogénique, de la valeur du secteur angulaire considéré, ce qui démontre que la mobilité de l'inion est plus grande que celle des fenêtres labyrinthiques.

IX - VARIATIONS D'ORDRE TERATOLOGIQUE

Puisque nous avons trouvé, dans tout ce qui précède, des relations entre la position des fenêtres de vestibule et la région occipitale du crâne, il était logique de rechercher de telles relations pour des cas où une modification de l'arrière-crâne a pu être mise en évidence. Il s'agit d'un chevreau ectromèle bithoracique total, donc dépourvu de façon congénitale de tout vestige de membres antérieurs : la comparaison a été faite avec un sujet témoin possédant le même degré d'évolution somatique.

L'existence d'une ectromélie oblige l'animal, normalement quadrupède, à prendre une position surbaissée, avec contact du thorax sur le sol, d'où direction oblique de la colonne cervicale vers le bas et l'avant. C'est cette dernière qui oblige l'occipital du chevreau ectromèle, à tourner vers l'avant (rotation bien davantage "négative" que chez le sujet témoin, comme a pu le montrer R. FENART) (B.31). L'angle hiatique est de 23° chez le témoin et de 12° seulement chez l'ectromèle (fig.29).

Cette rotation négative de l'arrière - crâne s'est effectivement accompagnée d'une rotation de même nature au niveau des éléments mobiles du labyrinthe, en effet, l'angle thyridien est de 35° chez l'ectromèle et de 40° chez le chevreau témoin.

Un autre résultat confirme le premier : c'est l'existence d'une rotation du grand axe de la fenêtre ovale dans le sens négatif, plus marqué chez l'ectromèle. L'angle que fait le grand axe de cette fenêtre, avec l'horizontale vestibulaire est de 57° chez l'ectromèle et de 69° chez le témoin (donc différence remarquable)/ (fig.29).

De ces résultats, il faut donc conclure que, dans l'ontogénèse d'un Mammifère, il se produit, tant dans l'oreille interne que dans le neuro-crâne, des modifications qui obéissent à des exigences mécaniques, nées du mode de station et de locomotion. Ces dernières influent par leur résultante statistique, qui arrive à s'exprimer angulairement au niveau de l'arrière-crâne.

°
° °

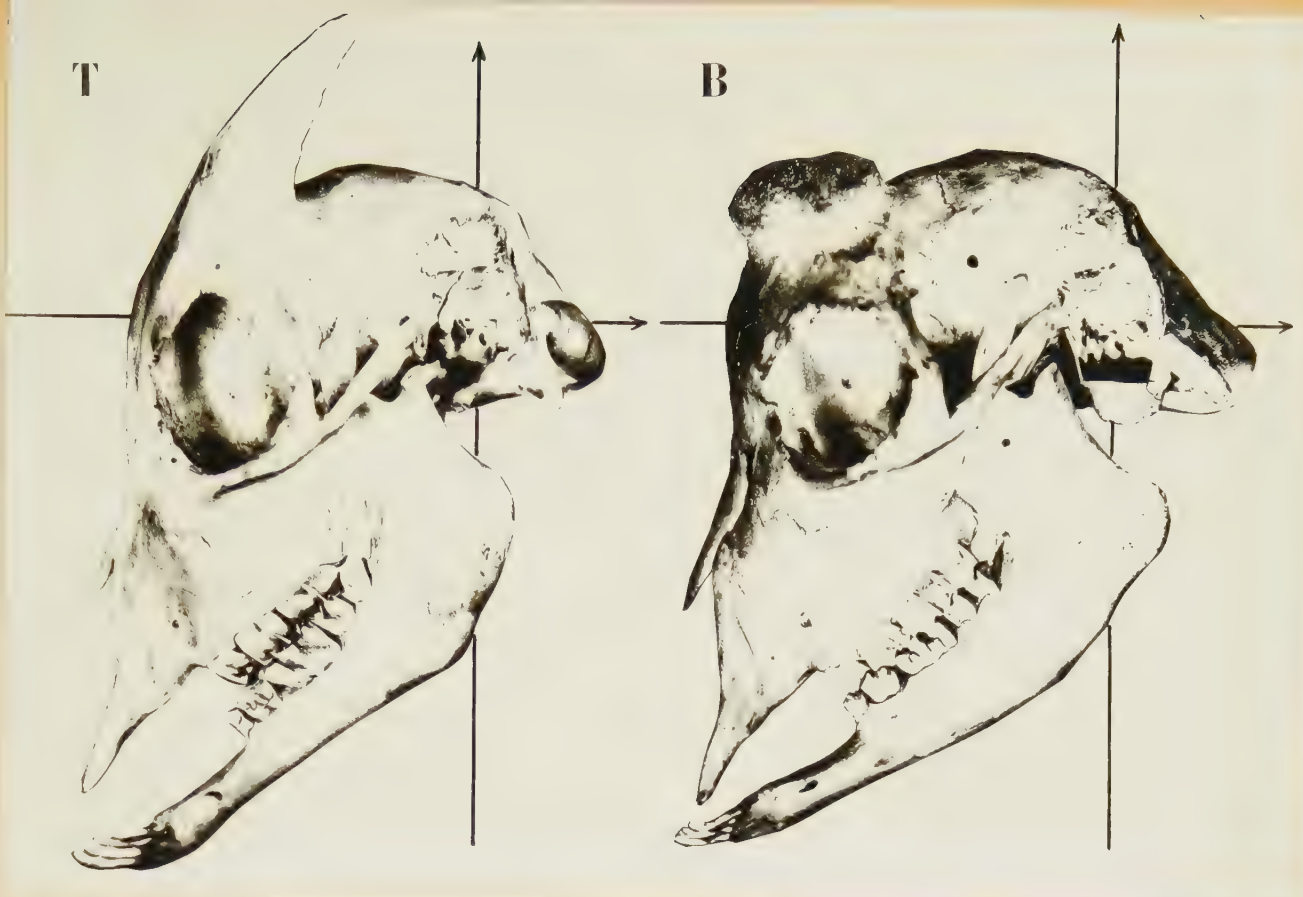


Fig. 29 - à droite: crâne de chevreau ectroméle (B), comparé à celui du témoin (T), à gauche.
- Noter la différence dans l'angle thyroïdien.

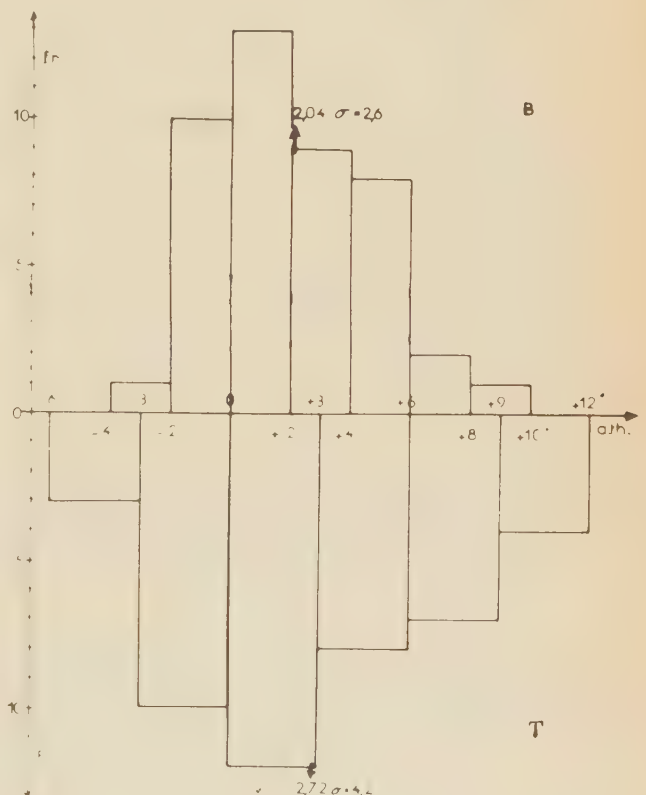


Fig. 30 - Répartition des fréquences de la valeur de l'angle thyroïdien des rats amputés (B), adossés aux valeurs des rats témoins (T). Noter les différences considérables dans les écarts-types.

X - VARIATIONS EXPERIMENTALES

Une dernière tentative restait à réaliser, c'était d'essayer de reproduire expérimentalement les résultats précédents. C'est ce qui a pu être réalisé par R.FENART chez le rat (B.30, 33, 34, 36).

44 rats albinos ont été amputés de leurs membres antérieurs dans les tous premiers jours suivant la naissance. Ils ont été sacrifiés entre 4 et 13 mois et leurs crânes, orientés vestibulairement, ont été comparés à ceux d'un même nombre de témoins, choisis dans une même tranche d'âge (ou plus exactement de même poids moyen).

Il a été établi par de précédents travaux (B.36) que l'angle hiatique de rats rendus bipodes, était devenu inférieur (en valeur algébrique) à celui des rats témoins, et ceci de façon statistiquement très significative (plus de 99 % de sécurité), la rotation négative étant plus marquée de 3° chez les opérés que chez les rats normaux.

On retrouve donc pour l'arrière-crâne, et de façon expérimentale, les mêmes résultats que ceux apportés par l'ectromélie, et les ontogénèses comparées.

L'angle thyridien a-t-il ici encore, suivi le même mouvement ?

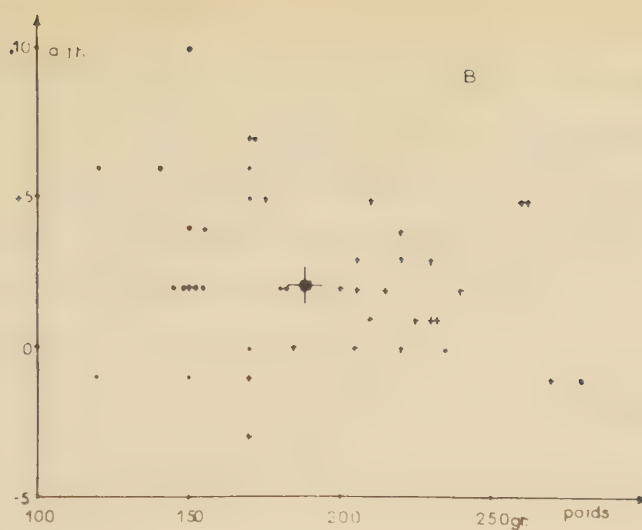


Fig. 3I A - Répartition des valeurs de l'angle thyroïdien en fonction du poids chez les rats amputés (B)

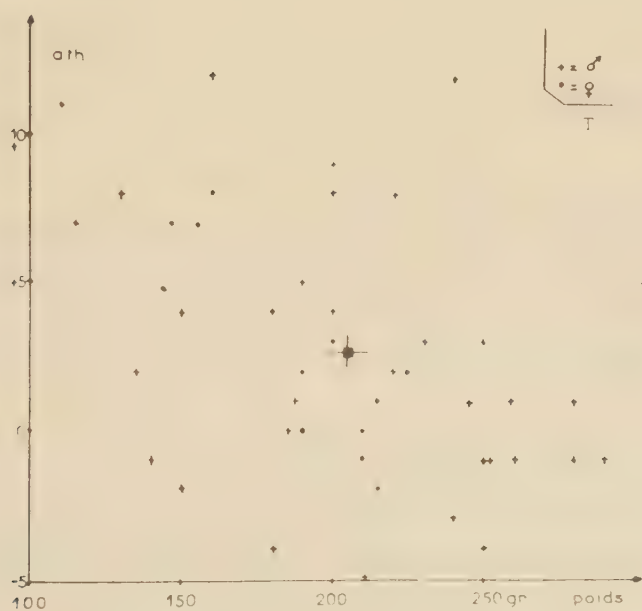


Fig. 3I B - Idem. à la figure précédente, pour les rats témoins (T).

La figure 30 montre l'histogramme des fréquences de la valeur de l'angle thyridien des rats bipodes adossé à celui des valeurs des témoins. L'angle est de $2^{\circ},04$ chez l'amputé, contre $2^{\circ},72$ chez le témoin ; donc il est plus faible, comme on pouvait le prévoir, cependant, la différence est statistiquement peu significative. Ainsi les fenêtres ont tourné dans le même sens que l'arrière-crâne, consécutivement à un changement expérimental dans le mode de station et de locomotion ! Mais l'ampleur de la variation est plus faible au niveau du labyrinthe qu'elle ne l'est au niveau du postéro-crâne, et cela confirme les autres résultats.

Une autre observation peut encore être faite, au sujet du mode de distribution des valeurs angulaires autour de la moyenne (fig.31) : le sigma est de 2,6 chez le bipode et de 4,2 chez le témoin, et la comparaison statistique de ces écarts-types montre qu'ils sont nettement différents ! La valeur du paramètre F est de 3,52, nettement supérieure à la fois aux chiffres 1,7 et 2,1 donnés par les tables ; donc cette différence des sigma est très significative.

Le bipode a ainsi un angle thyridien bien moins variable que celui d'un témoin peut-être à cause du fait que chez ce dernier, l'angle continue à évoluer en fonction du poids alors qu'il se stabilise au contraire chez l'amputé (comme le suggèrent les fig.31 A et B).

Il faut sans doute admettre que la position surbaissée de la tête, offre moins de latitude à la variation, que le port normal de l'extrémité céphalique. Cette constatation est d'autant plus curieuse à signaler qu'une semblable divergence entre la valeur des sigma n'a pu être mise en évidence ailleurs, dans les autres éléments crâniens examinés, que d'une manière plus imparfaite.

En somme, l'essentiel de ce travail a été, en reprenant tous les travaux effectués en ce sens, d'attirer l'attention du lecteur sur le fait que le labyrinthe possédait une portion fixe : le canal semi-circulaire externe (et aussi le canal antérieur) et que tout le reste, y compris notamment les fenêtres : ronde et ovale, était sujet à mouvements, tant dans la phylogénèse que dans la croissance de l'Homme et des autres Mammifères, et dans la variabilité humaine. Tous ces mouvements ainsi d'ailleurs que ceux de l'arrière-crâne, semblent indiscutablement liés au mode de station adopté : cela jette, à notre avis, une lumière nouvelle sur l'étiologie de l'otospongiose, dont les processus pathogéniques restent encore à préciser, et doivent tenir dans la structure même de la capsule otique. Si cette texture vient à être modifiée, rien ne s'oppose plus au "forçage" de la limite normalement imposée, chez l'Homme, par le phénomène de blocage sur lequel nous avons voulu ici insister, et il en résulte alors les troubles classiquement décrits.

CONCLUSIONS

1) L'angle thyridien (entre l'horizontal vestibulaire et la droite unissant le centre de la fenêtre ronde et de la fenêtre ovale, en projection sagittale) a été étudié, à la fois chez l'Homme et les Mammifères, tant du point de vue comparatif et évolutif que du point de vue ontogénique et anthropologique. La notion essentielle qui en découle est la mobilité des fenêtres, relativement au canal semi-circulaire horizontal du labyrinthe. Ce sont les lois qui régissent ces mouvements, que nous avons voulu préciser dans ce travail.

2) Au moyen de l'orientation "vestibulaire" des crânes, définie par MM. DELATTRE et FENART, et aidés par les données classiques de statistiques, nous avons tout d'abord rappelé les principaux résultats phylogéniques obtenus en de précédents travaux. Durant l'évolution mammalienne conduisant à l'acquisition de la station debout humaine, l'angle thyridien augmente, par une rotation de la direction thyridienne dans un sens nommé "positif". Ce mouvement doit être rapproché de celui des points et organites de l'arrière-crâne, (inion, foramen magnum, clivus...) qui tournent dans le même sens pendant la même évolution phylogénique.

3) L'amplitude de ces deux rotations "positive" phylogéniques est identique, sauf pour l'Homme, où tout se passe comme si

les éléments "mobiles" des labyrinthes étaient demeurés "bloqués" depuis un certain stade évolutif (Australopithèque !) alors que l'arrière-crâne a continué son mouvement. C'est ce qui a fait dire que cela pouvait expliquer la raison pour laquelle l'Homme, et lui seul, possédait, par le fait même de la station debout, la condition nécessaire mais non suffisante pour être sujet aux troubles de l'otospongiose.

4) Connaissant l'angle thyridien d'une espèce donnée de Mammifères, un moyen (tiré de l'étude des "corrélations rotatoires") est proposé pour estimer directement la situation d'autres éléments crâniens et labyrinthiques.

5) Des statistiques, effectuées sur une cinquantaine de crânes humains adultes, ont permis de trouver les caractéristiques de l'angle thyridien : moyenne = $53^{\circ}16$, $\sigma = 4,15$.

6) La variabilité de l'angle thyridien a été rapportée ensuite à celle d'autres paramètres, chez l'Homme adulte (sexes mêlés). Quand cet angle augmente, il a été montré que l'angle hiatique (donnant la position de l'inion) augmente, l'angle foraminien (donnant l'orientation du trou occipital) diminue, le clivus (face interne de l'apophyse basilaire occipitale) devient davantage oblique en bas et en arrière. Dans ces mêmes conditions, l'angulation de la base du crâne a été étudiée, elle ne varie pas significativement. Cela serait en faveur d'une variabilité de la région antéro-crânienne et faciale, obéissant à des lois différentes de celles régissant le postéro-crâne.

Quand l'angle thyridien augmente, cela se produit sur des crânes "longs" et dont le pariétal est en situation reculée par rapport aux axes vestibulaires d'orientation.

7) L'étude des corrélations, chez l'homme adulte, permet de retrouver le phénomène du "blocage labyrinthique", ce qui est encore démontré par la comparaison des variances, l'angle thyridien varie dans le même sens que les éléments postéro-crâniens et basilaires, mais avec une amplitude moindre.

8) L'angle thyridien a ensuite été étudié dans l'ontogénèse de l'Homme et dans celle des Primates et des Mammifères quadrupèdes : cela a permis de retrouver au niveau des fenêtres des mouvements rotatoires ontogéniques de même nature que ceux déjà décrits à propos de l'arrière-crâne, mais ici encore, l'amplitude du mouvement est bien moindre.

9) Dans un cas tératologique d'ectromélie bithoracique totale chez un chevreau, nous avons pu montrer que les changements de direction imposés à l'arrière-crâne par les modifications de la posture, étaient suivis également par les fenêtres du labyrinthe.

10) Enfin, expérimentalement, chez le rat, des modifications de station et de locomotion ont été provoquées par amputation des membres antérieurs. Il s'en est suivi une rotation ontogénique davantage "négative" du crâne, et un léger mouvement de la direction thyridienne dans le même sens. De plus, la variabilité de la valeur de l'angle thyridien s'est trouvée fortement diminuée chez les rats amputés.

Travail du Laboratoire de Crâniologie
comparée de la Faculté Libre de
Médecine de Lille.

(Dr. DELATTRE et FENART)

B I B L I O G R A P H I E

1 - ANTHONY J. -

Influence des facteurs encéphaliques sur la brisure de la base du crâne chez les Primates.
Ann. de Paléont. XXXVIII, 69-79, 1952.

2 - AUGIER M. -

Squelette céphalique dans : Traité d'anatomie humaine.
Poirier et Charpy, I, fasc. I, Paris ; Masson, 1931.

3 - BAST. -

Ossification of the otic capsule in Human fetuses.
Contrib. Embryol. 121, Washington - 1930.

4 - BAST.

The origin, développement and signifance of the fissula ante fenestram and its relation to otosclerotic foci.
Arch. Otolaryng. 18, 1933.

5 - BEAUVIEUX J. -

Recherches anatomiques sur les canaux semi-circulaires des vertébrés.
Th. Méd. Bordeaux 1934.

6 - BEAUVIEUX J. et F. VILLEMIN. -

Recherches sur la topographie des canaux semi-circulaires et de leurs ampoules chez les Vertébrés.
C.R. Soc. de Biol. Bordeaux - 11 Janvier 1934.

7 - DARRAS P. -

L'Homme est-il d'origine néoténique ? Arguments apportés par l'étude du crâne par la méthode vestibulaire.
Th. Méd. Nancy 1965.

8 - DE BEER G.R. -

The development of the vertebrate skull.
Oxford. At the Clarendon Press. 1937.

9 - DELATTRE A. -

Du crâne animal au crâne humain.
Masson, Paris, 1951.

10 - DELATTRE A. et R.FENART. -

Méthode vestibulaire et craniométrie. Détermination des axes vestibulaires et coordonnées vestibulaires.
Bull. Soc. Anthr. Paris. IV. 10e sér. 1953.

11 - DELATTRE A. et R.FENART. -

Ontogénèse du crâne humain. Vue générale.
L'Anthr. CVII, n°5 et 6, 1953.

12 - DELATTRE A. et R.FENART. -

Rotation occipitale positive et négative.
C.R. Ac des Sc., 1954.

13 - DELATTRE A. et R.FENART. -

Etude de l'ontogénèse du crâne des Anthropoïdes du Congo belge.
Ann. du Mus. roy. du Congo belge.
Sc. Zool, vol.47. Tervuren, 1956.

14 - DELATTRE A. et R.FENART. -

Analyse morphologique du splanchnocrâne chez les Primates et ses rapports avec le prognathisme.
Mammalia, XX. - N° 2 et 3, 1956.

15 - DELATTRE A. et R.FENART. -

Position relative de la mâchoire, de l'orbite et du crible par rapport au vestibule osseux chez les Primates.
Arch. d'Anat. - Janvier 1957.

16 - DELATTRE A. et R.FENART. -

Relations angulaires entre le vestibule osseux et l'arrière-crâne des Mammifères.
C.R.Ac. des Sc. 250 ; 3722-3724- 1960.

17 - DELATTRE A. et R.FENART.-

Otospongiose et rotation crânio-labyrinthique.
C.R. des Sc.251 - 1563-1564 - 1960.

18 - DELATTRE A. et R.FENART.-

L'Hominisation du crâne, étudiée par la méthode vestibulaire.
Ed. du C.N.R.S. - Paris I.418. 1960.

19 - DELATTRE A. et R.FENART.-

Formule générale de construction de la courbe endocrânienne sagittale chez les Mammifères. Ses applications.
Arch. d'Anat. 1960.

20 - DELATTRE A. et R.FENART.-

Evolution des fenêtres du vestibule des Mammifères à l'Homme.
Bull. Soc. Anthr. - Paris 2 - 11^e Sér. - 273-289 - 1961.

21 - DELATTRE A. et R.FENART.-

Corrélations rotatoires crânio-labyrinthiques durant la phylogénèse des Mammifères et leurs relations avec l'interprétation étiologique de l'otospongiose.
Rev. de Lar. Oto.rhin. Bordeaux - Supplémentum - 641-758 - 1961.

22 - DELATTRE A. et R.FENART.-

Formation des orifices de la face postérieure du rocher humain. Etude par la méthode vestibulaire au cours de la phylogénèse des Mammifères et de l'ontogénèse humaine.
Mammalia, 26 ; 2 ; 214-279 - 1962.

23 - DELATTRE A. et R.FENART.-

Etude des projections horizontales et verticofrontale du Crâne au cours de l'hominisation. L'anthropologie.
T.67 n°1-2-3-4-5-6. T.68 n° 1-2 1963 et 1964.

24 - DELATTRE A. , R.FENART.- et P.BECART.-

L'euryon, son étude par la méthode vestibulaire.
Bull. Soc. Anthr. Paris 7 - 11^e Série ; 57-94 - 1964.

25 - DELMAS A.-

L'acquisition de la station érigée (les processus de l'hominisation - colloque du C.N.R.S.)
9-35. 1958.

26 - DELPLACE Y. -

L'euryon - étude comparative, ontogénique et anthropologique.
Th. de méd. Nancy 1966.

27 - EVANS T.H. -

Oreille interne et humaine. Variations des plans des canaux
semi-circulaires et changements concomitants de la fenêtre ronde,
de la fenêtre ovale et du promontoire.
Anat. Rec. Philadelphie, p.385 - 1954.

28 - FENART R. -

Ontogénèse crânio-faciale chez l'Homme. Etude des lieux géomé-
triques des principaux points crâniométriques en projection
sagittale. Rev. Sc. n°3322, 1953.

29 - FENART R. -

Formule générale de la courbe endo-crânienne sagittale des
Mammifères.
C.R. des Sc.1956.

30 - FENART R. - et J. LIEFOOGHE. -

Relations entre la posture et la forme du crâne . Approche expé-
rimentale par la méthode vestibulaire.
J. des Sc. méd. de Lille 5 - 279-288 - 1965.

31 - FENART R. -

Modifications du squelette céphalique chez un chevreau ectromèle
de 5 mois.
C.R. Ac. des Sc. - Paris, T 261 - pp. 2012-2015.

32 - FENART R. - P. PELERIN et P. BECART. -

Variabilité du pariétal humain ; étude par la méthode vestibulaire.
C.R. Ass. des Anat. - Lauterne 1965 .

33 - FENART R. -

Changements morphologiques de l'encéphale, chez le rat amputé
des membres antérieurs (à paraître dans : J.FUR hirnfors-
chung - Berlin).

33 bis - FENART R. - EMPEREUR-BUISSON R. et P. BECART. -

Première application au vivant, de l'orientation vestibulaire du
crâne (à paraître dans le J. des Sc. méd. de Lille).

34 - FENART R. -

Modifications de la forme céphalique consécutive à des variations expérimentales dans le mode postural.
C.R. Ac. des Sc. 255 - 2281-2282 - 1962.

35 - FENART R. - et B. ROUSSELLE. -

L'angle thyridien de l'Homme adulte, sa variabilité.
C.R. Ass. des Anat. Marseille 1966.

36 - FENART R. -

Influence des modifications : expérimentales et tératologiques de la station et de la locomotion, sur la morphologie céphalique des Mammifères quadrupèdes. Etude par la méthode vestibulaire.
Th. Sc. Lille - 1966.

37 - GIRARD. L. -

Essai d'anatomie topographique du labyrinthe.
Bull. Soc. Anthr. Paris 1910.

38 - GIRARD L. -

Le labyrinthe et la station verticale.
Ann. des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx.
P. 378 - 1922.

39 - GIRARD L. -

Le plan des canaux semi-circulaires horizontaux considéré comme plan horizontal de la tête.
Bull. Soc. Anthr. Paris, 7e Sér. IV - 1923.

40 - GIRARD L. -

Port habituel de la tête et fonction vestibulaire.
Mammalia, X, n° 1 et 2, 1947.

41 - GONIN, BENOIT et LAFITTE DUPONT. -

Destinée du canal semi-circulaire externe dans le passage de la station quadrupède à la station debout.
Soc. de Biol. Bordeaux - 1907.

42 - HYRTL. -

Vergleichend anatomische Untersuchungen über das innere Gehörgan des Menschen und der Säugethiere - Prag. 1845.

43 - LAMOTTE M. -

Introduction à la biologie quantitative -
Masson Paris - 1948.

44 - LAMOTTE M. -

Initiation aux méthodes statistiques en biologie -
Masson - Paris 1957.

45 - MOSS M.L. -

Rotation of the otic capsule in bipedal rats
The Amér. J. Of. Ph. S. - Anthropol. N.S. 19 - 3 - 301-307. - 1961

46 - OLIVIER G. -

Pratique anthropologique
Vigot éd. Paris 1960.

47 - OLIVIER G. -

Anatomie anthropologique -
Vigot éd. Paris 1965.

48 - PANKOW G. -

Le rapport entre l'inclinaison de la base du crâne et le retard de
la maturation constitutionnelle chez l'homme.
Ann. Méd. de France - LII, p.820-1951.

49 - PAYELLEVILLE J. et R. FENART. -

Emploi de la tomographie du labyrinthe dans l'orientation du crâne.
J. des Sc. méd. de Lille - n°9 - 1953. -

50 - PEREZ F. -

Craniologie vestibienne, ethnique et zoologique -
Bull. Soc. Anthr. Paris 7e ser. III 1922.

51 - PEREZ F. -

Estudios de anatomia comparada en relacion con la otologia.
Physis. 6 Zit. Nach. Zool. Ber. 8 - 155-219 - 1923.

52 - SABAN R. -

Fixité du canal semi-circulaire externe et variations de l'angle
thyridien.
Mammalia XVI - n°2 - 1952.

53 - SERCER A. -

L'étiopathogénie de l'otospongiose et les facteurs anthropologiques.
Arch. ital. di oto R. e Lar. Suppl. XXXIV, vol. LXIX. -1958

54 - SLIJPER E. J. -

Biologic anatomical investigations on the bipedal gait and upright posture in Mammals, with special reference to a little goat, born without foralags. Nederl akad. van Watenschappen Proceedings.
45 - 1 - 288-295 et 407-415. - 1942.

55 - STREETER G.L. -

J. Exp. Zool. 16 - p.149 - 1914.

56 - STREETER G.L. -

Amer. J. Anat. 22, p.1.1917.

57 - STREETER G.L. -

Contr. Embryol. Carn. Instn. 7. p.5 - 1918.

58 - STREETER G.L. -

Publ. Carneg. Instn.274 - p.143 - 1920

59 - TULLIO. -

L'orecchio. Capelli, Bologna 1928.

Le Président de Thèse

Pr. LATARJET

Vu et Permis d'imprimer

Lyon le 11 Juin 1966

Le Recteur,
Président du Conseil de l'Université

P. LOUIS

Vu, le Doyen
Pour le Doyen ,
l' Assesseur :

J. DORCHE



